北海道農業試験場彙報

第 67 號

昭 和 29 年 10 月

RESEARCH BULLETIN

OF THE

HOKKAIDO NATIONAL AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

No. 67

October, 1954

Published by

The Hokkaido National Agricultural Experiment Station

Kotoni, Sapporo, Japan

北 海 道 農 業 試 驗 場

札 幌 郡 琴 似 町

目　次

CONTENTS

飛行機による農薬の粉態撒布について

桑山　覚*　田中一郎**　横山偉和夫***
千葉　豪×　遠藤和衛××　井上　寿×××

ON AERIAL DUSTING OF AGRICULTURAL CHEMICALS

By Satoru KUWAYAMA, Ichiro TANAKA, Iwao YOKOYAMA,
Takeshi CHIBA, Kazue ENDO & Hisashi INOUYE

I　緒　　言

航空機による農薬の使用は，北アメリカにおいて1918年，害虫防除の目的を以て砒素剤の撒粉が試みられたのに初まり，爾来世界各地に発達し，現在では既に実用の域に達して効果を収めつつある。然るにわが国においては，未だ嘗つてこの種の試みはなかつたのであるが，近年に至り，民間航空の再興と共に，航空機による農薬撒布の将来性が，一部識者の間に考えられるようになつた。たまたま昭和28年6月，北日本航空株式会社が設立せられるや，同社の設立目的たる，北海道総合開発促進並びに文化の交流発展に寄与するための事業の一環として，農林病害虫防除を計画し，同社は7月16日筆者の1人桑山を招いて，同人が昭和26年欧米各国に出張して親しく視察した航空撒布の実際とその際に得た資料に基づいての講話を聞き，予て同社航務部川村栄太郎次長を中心として考案設計中の航空機用撒粉装置について意見の交換を行い，直ちにその試作に着手したのである。昼夜兼行その製作を急ぎ，同月21日完成して同社の所有機に該装置を取付け，札幌市郊外丘珠飛行場において数回に亘る試験飛行を行つたが，その結果は幸にして良好であつて，飛行高度と有効撒幅，速度と撒布量など，実際に航空撒布を行う場合に必要な資料を得た。よつて同月24日北見国紋別郡上興部村において，森林及び耕地（畑）に発生したマイマイガ（*Lymantria dispar* LINNÉ）の幼虫即ちブランコケムシの防除を目的として，BHC γ 3％粉剤の撒布を，更に8月12日石狩国上川郡鷹栖村において，水田に稲熱病予防を目的とする撒粉ボルドウの撒布を行い，いずれも相当顕著な効果を収めたのである。更に今後この種の農薬撒布を行う上に必要と認められる事項について，9月12日丘珠飛行場において基礎試験を行つた。これら一連の試験調査成績は，必ずしも充分なものではないが，従来わが国にこの種の資料が無く，しかもこれらの試験と前後して，7月17日及び同月24日には北陸航空輸送株式会社所有のヘリコプターによつて石川県において水田にそれぞれBHC及びセレサン石灰の撒布が試みられ（*3*，*4*），8月31日には富士航空株式会社所有の小型飛行機を用い，神奈川県藤沢飛行場にて撒粉試験が行われるなど（*3*），にわかに航空機による農薬撒布に関する気運が醸成せられるに至つたので，今後この種事業の健全な発達を望み，敢てここに北海道における成績を報告する次第である。

この試験調査は，北海道農業試験場病理昆虫部，農業物理部並びに北海道立農業試験場病虫部，北日本航空株式会社の殆ど全員の協力によつて遂行したものであるが，更に北海道林務部並びに農務部の関係官，現地西興部村並びに鷹栖村の村当局，及び基礎試験を行うに当り協力せられた農業技術研究所畑井直樹技官の厚意によるとこ

* 北海道農業試験場，** 同病理昆虫部，*** 同農業物理部
× 同農業物理部農業気象研究室，×× 北海道立農業試験場病虫部病虫試験課，××× 同病虫部発生予察課

ろも大きいのであつて，ここに深甚の謝意を表する。

II　使用した飛行機と撒粉装置

使用した飛行機は，アメリカ合衆国セスナ航空機会社の製作に係るセスナ (Cessna) 170C 型の単発，上翼単葉小型機であつて，その性能諸元は次の如くである。

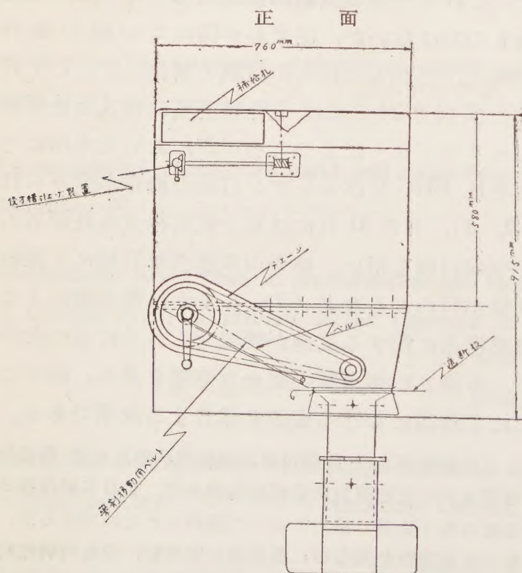
発動機	コンチネンタル (6気筒) 145 HP
最高速度	225 km/hr
巡航速度	193 km/hr
飛行時間	4.5 hr
上昇率	207 m/min
最高高度	4650 m
総重量	900 kg
空虚重量	542 kg
客席	3 座席
荷物搭載量	54 kg
翼長	10.8 m
機長	7.2 m
機高	2.0 m
翼面積	16.3 m^2
翼面荷重	63 kg/m^2
馬力荷重	6.8 kg/HP

撒粉装置は，北日本航空株式会社の考案試作に係るもので，客席を外して，その位置に 200 kg の粉剤を収容し得る薬槽 (tank) を装備するが，その薬槽の下方は漏斗管 (hopper) に連接する。しかして漏斗管は飛行機の胴部底板を通じて，胴部の下方外部に装備した攪撒器 (Venturi-tube) に連接する。薬槽内部の後下方には後方槽を備え，これは薬槽上部にある滑車によつて，薬剤補給口の附近外部に取付けた転輪によつて反転し薬剤の送込に便ならしめる。漏斗管の内部には，布ベルトと攪拌装置 (agitater) を具え，これらは漏斗管の外部に取付けた送込装置の把手を廻転することによつて，それぞれの機能を発揮せしめ，粉剤の排出を円滑にする。漏斗管の中間には遮断板 (damper) を装備し，その開閉によつて，粉剤の排出量を調節する（第 1, 2, 3 図参照）。したがつて，薬剤撒布に当つては飛行機に操縦士と作業手が搭乗して，必

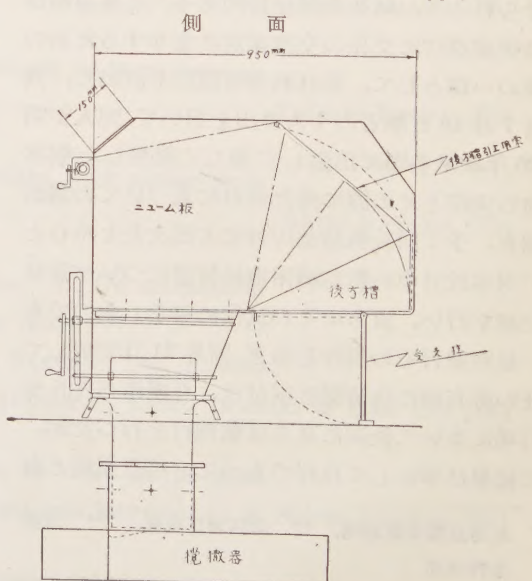


第 1 圖　飛行機（セスナ 170-C 型）に取付けた撒布装置
Fig. 1　Dusting apparatus installed on airplane. (Cessna 170-C type)

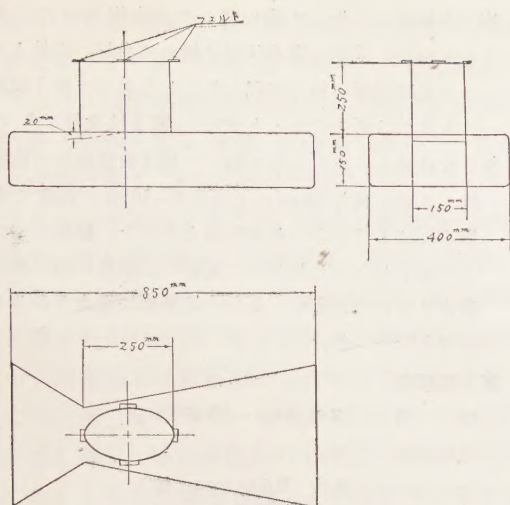
正　面



側　面



第 2 圖　撒粉装置の構造（正面及び側面）
Fig. 2　Design of dusting apparatus. (Front and side views)



第3圖　攪撒器の構造（1 mm 鉄板）
Fig. 3　Design of Venturi-tube.

要なときに作業手は遮断板を開閉すると共に送込装置の把手を廻転する。

Ⅲ　農薬粉態撒布に關する豫備調査

昭和28年7月21日早朝，丘珠飛行場において数回に亘り調査を行つたが，供試薬剤は 300 mesh のタルクとし，秒速 31 m に減速して高度 2～3 m 及び約 5 m を以て飛行，22 kg を撒粉した。それに要した時間は向い風の場合 30～32 ⅖ 秒，追い風の場合 26 秒[1]で，このときの風速は 0～3 m/sec であつた。しかして有効と認めた撒幅は高度 2～3 m では約 10 m，同じく 5 m では 20 m で，換算すれば，前者は反当 2 kg，後者は同じく 1 kg 程度の撒布量と推定することが出来た。即ち本飛行機ではこれ以上の減速を望むことは困難であるから，反当撒布量を大きくし，薬剤の漂流などによる損失を少なからしめるには，この程度の低空飛行を必要とするものと認めた。

Ⅳ　ブランコケムシ防除試験成績

昭和28年のブランコケムシの発生は北見国紋別郡において最も甚だしかつたが，その中心地たる西興部村字中藻興部第1区のうち丘陵地の濶葉樹林の辺縁約 10 町歩，その附近の沖積平坦地の耕地約 5 町歩を選んで，第1，第2試験地となし，更に約 1 km を距てた濶葉樹林約 5 町歩を予備試験地とした。第1試験地はヤマナラシ，シラカバ，ナラ，イタヤ，ミズキ等の混淆林で，密林ということはできないが，下草はネマガリタケが密生しており，第2試験地は馬鈴薯，裸麦，小麦，燕麦，玉蜀黍，大豆，豌豆，甜菜，亜麻，赤クローバー等が作付されていた。7月23日これらの試験地を選定すると共に，標識として境界及び調査観測箇所にそれぞれ赤色及び白色布板を張り，又地上班と飛行班との連絡場所の標識には吹流しを樹てた。飛行基地旭川とこの試験地とはセスナ機による飛行時間約 30 分を要する距離にあるが，この日飛行班は 13 時 10 分旭川を出発して飛来し，試験地の地理と地勢を確認した。なお試験地より 4 km 以内に養蜂場が 1 箇所あつたので，その巣函は予め他に移動せしめた。7月24日薬剤撒布試験を行つたのであるが，薬剤は BHC γ 3 % 粉剤（北海三共株式会社製）で，飛来回数 3 回，航跡 8 回。当日の気象状態[2]は，早朝は無風状態で狭霧があつたが，8 時頃より霧は消散して雲量指数 9 を示し，その後漸次雲量を減じて 9 時頃よりはその指数 4 となり，気温は 11 時頃最高を示した。12 時を過ぎる頃から再び雲量を増し，14 時には雲量指数 9 となり，気温も稍下降，15 時には気温 26°C，雲量 10，16 時より雨となつた。

薬剤撒布の概況　薬剤撒布の場合の飛行速度は 113 km/hr に減速したが，高度は各航跡によつて一様でなく，かなり高かつたため，漂流によつて目的物に薬剤が充分落下しなかつた場合も屢々あつた。次に各回の薬剤撒布状況を記録する。

第1回撒布

時　刻　11 時 04 分～11 時 13 分

気象状況

風速 ｛1.4 m/sec（林）／0.4 m/sec（畑）

風向 ｛NNE（林）／NNW（畑）

1）測定時間やや不正確

2）気温及び湿度はアスマン氏通風乾湿計，風向及び風速はビラム氏風向風速計を用い，雲量は目測によつた。

気温 {30.2°C（林）
30.0°C（畑）

湿度 {84（林）
90（畑）

第 1 次航跡――北より南に向つて，まず第 2 試験区の中央から約 10 m東寄りの位置を約 50 mの高度で飛んだが，薬剤は漂流して試験区には落下しなかつた。それより第 1 試験区の上空を約 20 m の高度で飛んだが，これも薬剤は漂流して試験区には落下しなかつた。

第 2 次航跡――南から北に向つて第 1 試験区の上空を略同様の高度で飛んだが，前航跡と同じく漂流のため，薬剤は試験区には落下しなかつた。それより第 2 試験区西側の道路上を約 30 m の高度で飛行，薬剤は漂流したが，前回に比べて有効撒幅は狭く，試験区にかなり落下した。

第 3 次航跡――北から南に向つて丘陵上を飛行したので，第 2 試験区の中央と航跡とは約 170 m を距つていたが，漂流した薬剤が微量落下するのを見た。更に第 1 試験区を高度約 15 m で飛行，薬剤は漂流したが調査箇所にも多少落下した。



第 4 圖　ブランコケムシ防除のため森林上を BHC γ 3 %撒粉中のセスナ 170-C 機

Fig. 4　BHC γ 3 % dusting of forest with the Cessna 170 C-type airplane to control gypsy moths at Kamiokoppe, province of Kitami, Hokkaido. (July 24, 1953)

第 2 回撒布

時　　刻　13 時 10 分～13 時 15 分

気象状況

風速 {1.2 m/sec（林）
0 m/sec（畑）

風向 {SSE（林）
NE～NNE（畑）

気温 {29.0°C（林）
31.0°C（畑）

湿度 {90（林）
93（畑）

第 1 次航跡――北より南に向つて高度約 35m にて森林上を飛行，薬剤の撒布状況は極めて良好，森林上にかなり長時間霧の如く滞留した。したがつて第 1 試験区にも薬剤は漂流すること少なく，落下は良好であつた。

第 2 次航跡――南から北に向つて第 2 次試験区の西側道路より更に西方 30 m の上空を 5～10 m の高度で飛行，撒布にはムラがあつたが漂流も少なく，航跡の下方によく落下した。したがつて試験区は道路に沿い僅かに撒布せられた程度で，全体には薬剤は撒布されることができなかつた。

第 3 回撒布

時　　刻　15 時 30 分～15 時 38 分

気象状況

風速　0.5 m/sec（林）

風向　SE（林）

気温　26.0°C（林）

湿度　93（林）

第 1 次航跡――北から南に向け森林上を高度約 10 m にて飛行，第 2 回第 1 次航跡の場合と同様樹冠部に薬剤は長く滞留し，調査箇所にもよく落下した。

第 2 次航跡――南から北に向け第 2 試験区西側の道路上を約 20 m の高度にて飛行，風弱きため漂流することなく，その直下に薬剤が落下したので試験区には殆ど撒布されなかつた。

第 3 次航跡――北から南に向け，第 2 試験区の略中央を高度 5～10m を以て風防林などの障害物を避けつつ波状に低空飛行を行つたので，薬剤の撒布状況は極めて良好，殆ど漂流することなく，長く耕地の上に滞留した。

薬剤の分布状況　航空撒布をなした薬剤が，森林又は耕地に如何なる密度に，又如何なる疎密分布をなして落下し附着するかは，この試験実施上重要な問題点となる。これを知るためスライドグラス捕集法を用いた。即ちスライドグラス (7.5cm ×2.5 cm) にグリセリン膠を塗り，調査箇所に紙を敷いてその上に水平に置き，一定時間を経て集め，後日検鏡し，直径 1.5 mm の 1 視野内にある BHC 粉剤の粒子を数えた。第 1 試験区では，辺縁から内方に向つて一直線上に 8 m 間隔を以て地上にスライドグラスを 6 箇所置いたが，その 3 箇所は森林内，他の 3 箇所は伐開地であつた。なお森林中の 2 箇所には地上のみならず，その附近の樹上にもスライドを置いたが，その位置は地上より約 8 m の高さにある。第 2 試験区でも試験区の略中央

を横ぎつて17箇所に第1試験区と同様一定間隔を以てスライドグラスを置いたが，その間隔は8mであり，設置場所の作物は大豆，豌豆，小麦，玉蜀黍（間作大豆），甜菜，馬鈴薯であつた。その調査成績は第1，2表の如くである。

以上の調査結果を見るに，第1試験地即ち林地の場合，第1回の撒布は高度高く，薬剤は漂流し，殆ど落下しなかつたので，1視野8〜33，平均15.6粒に過ぎなかつたが，第2回撒布の第1次航跡及び第3回撒布第1次航跡の場合には撒布に成功したので，同じく27〜83，平均54.7粒を示し，第1回に比し第2，第3回撒布の薬剤分布密度は高かかつた。しかして樹冠と地上との位置で比較すると，前者が密度高く，後者が低いが，後者の粒子数は前者の80％で，かなりよく林内深く落下附着することを知り得たのである。

次に第2試験地即ち耕地の場合，第1回撒布は高度高くあるいは航跡が試験地を離れたため，粒子数は1視野0〜65，平均11.4粒で極めて少なく，第2回撒布の場合も前回同様航跡は試験地を離れていたので，全く薬剤の落下を見ることなく，したがつて第1，第2回を通じて露出したスライドグラスの粒子数も1視野0〜86，平均19.3粒で，第1回のみの場合に比して著しい増加を見ず，その差はむしろ誤差の範囲内にあつたということが出来よう。しかしてこの試験地のスライドグラスは14時30分から14時50分の間に回収したので，第3回撒布の場合の調査は行わなかつた。したがつて比較的撒布状態の良好であつた第3回撒布の粒子の密度を知ることが出来なかつたのは遺憾であるが，前述の第1試験地の場合をも併せて考察するとき，撒布のあまり良好でなかつた場合でも10 mm^2に50〜80粒の密度で落下し，良好と認められた場合には230粒以上の密度で落下したものと認定される。ただ同一箇所に併置した2〜3枚のスライドグラスの粒子数が著しい相違を示しており，この程度の調査にあつては信頼度の高くな

第1表　上興部第1試験地（林地）における航空撒布による BHC 粉剤の粒子分布〔スライドグラス捕集法による〕

Table 1　Distribution of BHC γ 3％ dust particles by aerial dusting at the Kamiokoppe first experimental plot (forest). 〔By slide-glass catching method〕

調査地点	地上露出回数			樹冠上露出回数	記事
	第1回	第2回 第3回	第1回 第2回 第3回	第1回，第2回，第3回	
辺縁より 1	10	47	123	—	伐開地
〃 2	10	57	54	—	〃
〃 3	15	27	147	—	〃
〃 4	33	83	105	—	林内
〃 5	8	58	73	91 {54, 89, 131}	〃
〃 6	18	55	51	66 {61, 70}	〃

註　数字中，括弧を付したのはスライド毎の数字で，括つたのはその平均値を示す。次表も同じ。

第2表　上興部第2試験地（耕地）における航空撒布による BHC 粉剤の粒子分布〔スライドグラス捕集法による〕

Table 2　Distribution of BHC γ 3％ dust particles by aerial dusting at the Kamiokoppe second experimental plot (cultivated land). 〔By slide-glass catching method〕

調査地点	露出回数			記事（作物）
	第1回	第1回，第2回	第2回	
道路側より 1		44 {86, 1}		馬鈴薯
2	0	30	0	〃
3		13 {25, 0}		〃
4	1	11	0	〃
5		12 {9, 15}		〃
6	11	11	0	甜菜
7		33 {54, 12}		〃
8	0	9	0	〃
9		0 {0, 0}		玉蜀黍，大豆間作
10	3	59	0	小麦
11		38 {34, 41}		〃
12	65	45	0	豌豆
13		10 {1, 18}		大豆
14	0	10	0	〃
15		5 {7, 2}		〃
16		3 {4, 2}		〃
17		17 {26, 8}		〃

いことはいうまでもないが，大体の傾向には誤りないものと思惟する。

ブランコケムシに對する殺蟲効果　この薬剤撒布の最終目的はブランコケムシを BHC 剤によつて斃死せしめるにあるが，この度の航空撒布による撒布量は地上撒布に比して極めて少量である。即ち地上撒布にあつては町当 30 kg を標準としているが，この度の撒布量は，丘珠飛行場における予備調査の結果から類推して，10 kg 以下であり，実際虫体に触れた薬剤量は甚だ少なかつたものと想像される。

殺虫効果を調査するには，第 3 回撒布終了後，第 1（林地），第 2（耕地）両試験地各 3 箇所から 1 箇所約 25 頭の老熟幼虫を採集して金網籠に収めたが，第 1 試験地のものは自然食餌のナラからドロノキ（ポプラ）に，第 2 試験地のものは自然食餌の赤クローバーより同じくドロノキに移し，又対照区として薬剤の全く撒布されたことのない落葉松より同じくドロノキに移して，この籠内で飼育しつつ農業試験場に持ち帰り，飼育函に移して 8 月 17 日まで飼育を継続し，生死の状態を調査した。寄生菌，寄生虫によつて斃死するものが少なくなかつたので，これらを計算上から除き，見掛けの健全虫のうち斃死したものから薬剤による中毒死を想定しようとした。その成績を表示すると次の如くである。

第 3 表　BHC 粉剤の航空撒布によるブランコケムシに対する殺虫効果

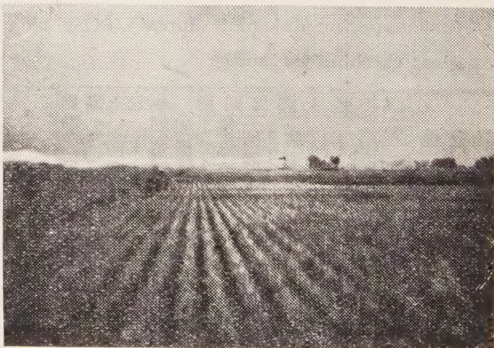
Table 3　Effect of BHC γ 3 % dust against the larvae of gypsy-moth by aerial dusting.

区　別	種　類	調査番号	供試虫数	見掛けの健全虫数	死虫数	死虫率
撒布区	耕　地	B	頭 21	頭 13	頭 10	% 76.9
		D	22	13	8	61.5
		F	22	12	8	66.6
		平 均				68.3
	林　地	I	21	9	6	66.6
		L	23	10	8	80.0
		M	25	17	12	70.6
		平 均				72.4
	総　平　均					70.4
無撒布区	屋敷林	J	38	32	14	43.8

この表を見ると，無撒布区のものも 43.8 % という高率の不明な斃死虫を見ているが，撒布区は耕地たると林地たるを問わず，いずれも更に高い死虫率を示し，両者の間に 30 % に近い差を見ている。この死虫率に生じた差は BHC による殺虫効果と看做しても過誤ではないと信ずる。即ち BHC は接触毒であり，たとえ薬剤撒布後数時間を出でないうちに，その被撒布植物より隔離したとはいえ，虫体が直接多少の薬剤に接触したもののあることは当然で，この死虫率の差は供試虫の採集を遅らせることにより，一層大となつたであろうと想像されるのである。

V　稲熱病防除試験成績

昭和 28 年 7 月下旬における上川盆地の多雨は，同地方各所に水害を惹起したが，鷹栖村の水田中心地もまた浸水を蒙つた。特にその元宮越農場即ち 9 線と 10 線道路に界された 7 号，8 号及び 9 号地附近は稲熱病常発地帯であつて，8 月以降この浸水により稲熱病激発の虞れ濃く，迅速な防除が必要とされたのである。これがため村当局は，飛行機による薬剤撒布によつて目的を達したいと道農務部に要請し来つた。よつて 8 月 12 日，前述の 7～8 号地の全域及び 9 号地の一部，計 70 町歩の集団地を選んで，撒粉ボルドウ（北海三共株式会社製及び北興化学株式会社製）を用い，試験を行つたのである。この試験地の境界は白色布板を張つて標識とし，試験地の中央に近い 7 号地と 8 号



第 5 圖　稲熱病予防のため水田上を撒粉ボルドウを用い撒粉中のセスナ 170-C 機　その 1

Fig. 5　Bordeaux dusting of paddy fields with the Cessna 170 C-type airplane to control rice blast disease at Takasu, province of Ishikari, Hokkaido (August 12, 1953). I.

地との境界道路上に調査用スライドグラスと気象観測用具を設置した。飛行基地旭川は試験地と直線距離約 4.5 km で，離陸から試験地上空に飛来するまでの時間は 3〜4 分という至近の位置にある。飛来回数午前，午後各 5 回，計 10 回，航跡午前，午後各 26 回，計 52 回に及んだが，稲の開花時刻の撒布を避けるため，午前は 7 時 40 分より 10 時 30 分，午後は 16 時 20 分より 19 時の間に作業を行つた。当日の気象状態は，早朝は無風で霧があつたが，日中は快晴で，午後に至り雲量を増し，夜は雨に変じた。日中の温度は最高 32°C に達したが，8 時は 25°C，19 時は 24°C で，午前は殆ど無風に近かつたが，午後は 1〜1.5 m 程度の風となつた。しかし薬剤撒布には特別の支障を認めなかつた。

薬剤撒布の概況　薬剤撒布の場合の飛行速度は 113 km/hr に減速した。高度は各航跡によつて一様ではないが，概ね 15 m 以下で，薬剤の漂流は多少認められた場合もあるが，撒布の状況は概して良好であつた。薬剤使用量は午前 672 kg，午後 720 kg，計 1,392 kg で，反当約 2 kg となる。航跡はまず南より北に向つて 700 間の距離を飛び，折返し北から南に向つて同様に飛び，これを反覆しつつ航跡を移動し，全田に 5 回の飛来で一通り撒布し終るようにした。ただし第 5〜6 回には試験地の中央部を横断する航跡を以て撒布を試み，風防林による撒布の不充分の場所を充たそうとしたが，距離 300 間で，作業上不便のため，その後は縦の航跡のみによつた。縦航の場合は薬剤の放出開始から閉止までに約 35 秒を要した。



第 6 圖　稲熱病予防のため水田上を撒粉ボルドウを用い撒粉中のセスナ 170-C 機　その 2

Fig. 6　Bordeaux dusting of paddy field with the Cessna 170 C-type airplane to control rice blast disease at Takasu, province of Ishikari, Hokkaido (August 12, 1953). II

第 4 表　鷹栖試験地（水田）における航空撒布時の撒布状況並びに気象状態

Table 4　State of dusting and meteorological condition during aerial dusting at the Takasu experimental plot (paddy field).

飛来回次	航跡回次	撒布時間			気象状況				飛行高度 m	薬剤撒布状況
		始	終	時間 分	気温 °C	湿度 %	風向	風速 m/sec		
I	1	7.44	7.55	11	25.1	96	E	0.2	15	漂流，放出量過多
	2								5〜10	良好，放出量多量
	3								10	不良，放出量少なし
	4								8	同
II	1	8.25	8.38	13	28.0	91	SSE	0.9	10〜15	多少漂流したがやや良好
	2								5〜10	同
	3								10	漂流，やや不良
	4								10	同
III	1	8.58	9.10	12	26.5	93	SSE	0.3	5〜10	極めて良好
	2								5	同
	3								5	良好
	4								5	同
	5								5〜10	前半良好，後半やや良好
	6								5〜10	同

飛来回次	航跡回次	撒布時間 始	終	時間 分	気象状況 気温 °C	湿度 %	風向	風速 m/sec	飛行高度 m	薬剤撒布状況
Ⅳ	1	9.40	9.53	13	32.0	84	SSE	0.3	5	中央附近良好
	2								10	同
	3								5	極めて良好
	4								10	中央附近良好
	5								10	良好
	6								4	極めて良好
Ⅴ	1	10.16	10.30	14	29.5	91	WNW	0.4	15	不良，放出量少なし
	2								10	やや不良，放出量少なし
	3								8	(中央部を横断撒布) 良好
	4								5	(同　) 同
	5								8	(同　) 同
	6								10	良好
Ⅵ	1	16.18	16.33	15	27.2	93	SW	0.4	10	(7号地横航) 良好
	2								10	(同　) 同
	3								10	(同　) 同
	4								10	(同　) 同
	5								10	(同　) 同
	6								10	(同　) 同
	7								10	(同　) 同
	8								10	(同　) 同
Ⅶ	1	17.15	17.30	15	25.1	90	WSW	0.5	13	やや良好，放出量少なし
	2								15	同　，放出量やや多し
	3								15	良好
	4								5〜10	同
Ⅷ	1	17.42	17.57	15	24.7	90	WNW	0.8	10	良好
	2								10	良好，途中放出量やや多し
	3								10	良好
	4								10	同
Ⅸ	1	18.14	18.29	15	24.0	90	WSW	0.2	10	放出量前半少なく後半多し
	2								10	同
	3								15	良好
	4								5〜10	同
	5								10	同
Ⅹ	1	18.43	19.00	17	24.0	93	W	1.0	10	やや良好，放出量少なし
	2								8	放出量前半少なし
	3								8	良好
	4								8	同　，放出量多し
	5								10	良好

薬剤の分布状況　午前の薬剤撒布後，試験地を巡視して薬剤の附着状況を観察したが，水稲の茎葉はともより，雑草，道路，家屋，風防林などあらゆるものに粗密の差はあるが隈なく分布してい



第7圖　航空撒布後潅漑溝に堰止められた潅漑水上の撒粉ボルドウ

Fig. 7 Bordeaux dusts floating on irrigation water in ditch soon after aerial dusting.

ることが認められ，潅漑溝の水面上に落下したものは流れて，堰止めの附近には薬剤が厚層をなして浮遊しているのを見た（第7図）。なお風下にあつては試験地域外 500 m の水田においても薬剤が漂流落下するのを見た。この薬剤の分布密度を知るため，ブランコケムシの場合と全く同様の方法によつて，スライドグラス捕集法を用いたが，前述したように試験地の略中央を横断する道路上に 20 m 間隔にスライドグラスを置き，一定時間後集めて 1.5 mm 視野内にある撒粉ボルドウの粒子を数えた。その調査成績は次の如くである。

第5表　鷹栖試験地（水田）における航空撒布による撒粉ボルドウの粒子分布〔スライドグラス捕集法による〕

Table 5 Distribution of Bordeaux dust particles by aerial dusting at the Takasu experimental plot (paddy field). 〔By slide-glass catching method〕

設置場所	露出回次					記事
	A 第1回〜第3回	B 第4回〜第5回	A＋B	第1回〜第5回	第6回〜第10回	
1	13 (11+2)	18 (18+0)	31	22 (20+2)	37 (37+0)	
2				46 (44+2) 50 (46+4)		3 m を距てて樹高 3 m の濶葉樹
3	12 (11+1)	26 (23+3)	38	29 (27+2)	37 (36+1)	同
4				46 (38+8) 46 (42+4)		同
5	16 (15+1)	19 (11+8)	35	57 (56+1)	39 (35+4)	
6				52 (44+8) 51 (44+7)		
7	8 (4+4)	17 (12+5)	25	60 (56+4)	72 (69+3)	3 m を距てて樹高 5 m のカラマツ
8				63 (61+2) 37 (34+3)		同
9	25 (25+0)	33 (32+1)	58	40 (36+4)	65 (63+2)	3 m を距てて樹高 7 m の濶葉樹
10				48 (44+4) 52 (43+9)		同
11	23 (21+2)	15 (11+4)	38	105 (101+4)	51 (49+2)	
12				38 (34+4) 47 (45+2)		
13	2 (2+0)	35 (35+0)	37	10 (9+1)	42 (34+8)	
14				15 (15+0) 10 (10+0)		
15	24 (24+0)	17 (13+4)	41	13 (13+0)	42 (36+6)	3 m を距てて樹高 3 m のカラマツ
16				4 (4+0) 36 (34+2)		
17	19 (19+0)	0	19	21 (21+0)	32 (29+3)	
18				33 (33+0) 31 (31+0)		
19	13 (13+0)	14 (11+3)	27	23 (20+3)	28 (27+1)	3 m を距てて樹高 2 m のカラマツ
20				23 (22+1) 50 (48+2)		同
21	3 (3+0)	4 (2+2)	7	20 (20+0)	32 (30+2)	同
22				21 (18+3) 26 (25+1)		同
23	1 (1+0)	7 (0+7)	8	32 (32+0)	34 (34+0)	
24				51 (48+3) 41 (41+0)		
25	0	3 (0+3)	3	51 (51+0)	23 (23+0)	
26				13 (13+0) 9 (9+0)		
27	1 (1+0)	5 (3+2)	6	3 (3+0)	12 (12+0)	
平均	11.4 (10.7+0.7)	15.2 (12.2+3.0)	26.6	35.6 (33.4+2.2)	39.0 (36.7+2.3)	

註　1　設置場所の番号は西方9線道路側より数えた。
2　表中括弧内に示した数字のうち，前者は単粒子の数，後者は団粒子の数を表わす。
3　第1回～第5回撒布露出の結果中，重ねた数字は2枚のスライドグラスについての調査を各別に示したものである。

以上の調査結果を見ると，繰返し撒布されたのに拘らず，必ずしも分布は均一でなく，特に10線に沿うて撒布量が少なく，又中央附近にも多少撒布量の少ない場所を生じたように認められた。これは撒布が多くは9線の方から始められたことと，南から北へ，北から南へと試験地上に航跡を描いたので，中央が残された結果となつたのではあるまいかと想像される。しかし航跡52回に亘り縦横に繰返し撒布されたので，撒布状況は概ね良好で，地上撒布に劣らぬものと認め得る。回を重ねるに従い薬剤の密度が大きくなつた傾向を示したのは，撒布技術が慣れたためでもあろう。しかして本調査にあつては，1.5 mm^2 の視野内に合計大凡66～75粒を数えたので，10 mm^2 に370～430粒，即ち約400粒の撒粉ボルドウの粒子が分布して付着したことになる。

稲熱病防除効果　9月6日，桑山及び田中は試験地を飛行機によつて空より視察し，自動車によつて周辺を廻り，更に徒歩によつて試験地内を詳細に踏査し，試験地とその周辺地との稲熱病の発生状況を比較観察した。

その結果によれば，試験地は10号線に沿うた地区と中央附近に本病の発生を認め，一見薬剤の密度が本病発生の多少に関与せるようにも認められたが，仔細に検討するとその部分は追肥による水稲の若返りによつて本病の発生を誘発したことも明らかになつた。一方，9号線以西の試験地に接続した地域には稲熱病の発生甚だしく，収穫皆無を予想せられる部分さえ見られ，試験区との間に劃然たる様相の相違が見られた。これらの点から見て，試験地の稲熱病発生が隣接地のそれよりも少ないことは，航空撒布そのものの効果と考えるよりも，試験地が適期――多少適期を遅れてはいたが――に一斉防除を行い得たことにより，本病の蔓延を防止した結果と看做すことができよう。

Ⅵ　農薬粉態撒布に關する二，三の基礎試験

叙上，実地の試験によつて，わが国においても将来航空撒布による病害虫防除の可能性が認められたのであるが，その効果の安定性については，技術上の面から見ても種々の問題点がある。就中，飛行高度と撒幅，並びに気象，地形との関係などについてある程度の知識がとりあえず必要であると考え，9月12日，丘珠飛行場においてこの種の基礎試験を行つた。同日，殆ど風のない早朝を選び，5時から7時30分の間において5回に亘り，2.5 m，5 m，8 m，5 m，9 m の各高度からの撒布試験を行い，又，別に撒布量に関する調査を行つた。使用したタルクは300 mesh のもので，この製品は北海三共株式会社の厚意で求めたものであり，同会社での分析によれば，水分1％以下，pH 6.4～7.4，仮比重0.5で，三共株式会社野洲川工場[3)]での分析によれば，真比重2.9，水渡式粒度分布計による粒度分布（重量）は約20％の不通過物（20 μ以上）を残し，2.5～5.0 μ の粒子径を持つものが最も多く，これを中心にほぼ左右相称に大小の粒子が分布している。

調査方法　補助滑走路の中心線を航跡として南より北に向つて飛行し，この中心線より西方に向つて直角に2 m 間隔に50 m に亘り次に示す3種の調査用装置を施し，撒布された粉粒を捕集して分布並びに密度を調査した。

1)　長方形の小さい黒色紙（4 cm × 2 cm）を地上約15 cm の支柱上に水平に保ち，落下した白色粉粒の密度による濃淡を色階表[4)]に照合して反当撒布量を算出した。

2)　ガラス板（35.5 cm × 25.5 cm）を地面に水平に置き，その上に落下せる粉粒を集めて秤量し，反当撒布量を算出した。

3)　ゼラチン膠を塗抹したスライドグラス（7.5 cm × 2.5 cm）を地面に水平に置き，検鏡して1.5 mm^2 の1視野内における粉粒を大（粒径25 μ以

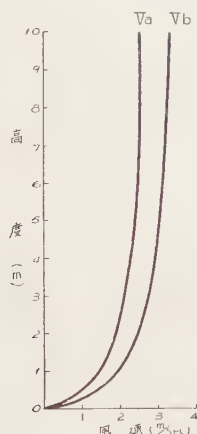
3)　分析を快諾せられた同工場長和田富清氏に対し，ここに深謝の意を表する。

4)　色階表は農業技術研究所にて畑井技官が使用されているものを，同氏の好意によつて本調査にも用いた。

上)，中（20～24 μ)，小（12～19 μ）及び微（11 μ以下）の4階級に区別して数えた。

なお，気象については，地上0.5 m, 5 m, 10 mの高さにおける風速を自記した他，ビラム氏風向風速計によつて地上1.5 mの風向と風速を測定し，温度及び湿度は自記器とアスマン氏通風乾湿計によつて測定した。

気象概況　試験時刻の天候は雲量10,風向ESE, 地上2 mと1 mの風速の比は約1.27で対流による上昇気流は認められなかつたが，この種の試験には多少風が強いように思われた。風速の垂直分布を示すと第8図の如くである。但しVaは第1回，Vbは第2～第5回の観測値を示す。これは補正表によつて補正を行つたものである。地上5 mまでは対数分布をしているが，5～10 mはむしろ直線に近い。今，各回の観測値を示すと第6表の如くである。



第8圖　丘珠飛行場における航空撒布試験時の風速垂直分布（昭和28・IX・12）
Va——第1回（5時21分）試験時の觀測値
Vb——第2～5回（5時40分～6時32分）試驗時の観測値平均

Fig. 8　Vertical wind-velocity distribution during the experiments of aerial dusting at the Okadama aerodrome (Sept. 12, 1953)
Va——Data at 5°21′ a. m.
Vb——Average data during 5°40′ and 6°32′ a. m.

調査結果　飛行機から放出された粉態(タルク)は自然風及び航空機によつて発生した乱流のために拡散し又運搬せられ，一部は落下して地表面に到達する。前述のようにこの地表面における分布の状態を3種の方法によつて調査した。なお，航跡は補助滑走路の中心線を目標としたが，各回において多少相違し，第1回は直上（0 m），第2回は東寄り2 m，第3回は東寄り4m，第4回は西寄り1.5 m，第5回は西寄り1 mであつた。その調査結果は第7～9表の如くである。

第6表　丘珠飛行場における航空撒布試験当日の気象観測結果（昭和28・IX・12）

Table 6　Meteorological data of the observations during the experiments of aerial dusting at the Okadama aerodrome, Sapporo (Sept. 12, 1953)

試験回次	試験開始時刻	温度 °C	湿度 %	風速 m/sec 0.5 m	1.5 m	5.0 m	10.0 m
	時 分						
I	5. 21	15.4	92	1.1	1.7	2.4	2.5
II	5. 40	15.6	91	1.3	2.1	3.0	3.3
III	5. 55	15.8	89	1.3	2.1	3.0	3.3
IV	6. 17	16.2	88	1.3	2.1	3.0	3.3
V	6. 32	16.9	86	1.3	2.1	3.0	3.3



第9圖　丘珠飛行場における小型飛行機（セスナ170-C型）を用いての粉態航空撒布試験（昭和28・IX・12）

Fig. 9　Experiment of aerial dusting applied by small airplane (Cessna 170 C-type) at the Okadama aerodrome near Sapporo (Sept. 12, 1953)

これらの結果を通覧するに，同じ位置において測つた3種の調査結果は必ずしも一致せず，その方法に欠陥のあることが認められるが，大体の傾向はこれらの結果から推知することは可能である。第1, 第2, 第4回の場合，ガラス板に捕集した粒子秤量による航跡に近い部分の分布密度は，色階板によるもののそれよりも遙かに高い。しか

第7表　航空撒布によるタルクの粒子分布〔色階表により換算〕

Table 7　Distribution of talc particles by aerial dusting. 〔Calculatad by the use of colorimetric scale-paper〕

回　次	I	II	III	IV	V
調査位置＼高度	2.5 m	5.0 m	8.0 m	5.0 m	9.0 m
0	1.65	0.01	0.01	0.56	0
2	1.65	1.20	0.13	0.40	0
4	2.30	2.30	0.13	0.56	0.01
6	2.30	2.30	0.16	1.20	0.05
8	2.30	2.30	0.16	1.65	0.10
10	1.65	1.20	0.10	0.72	1.20
12	1.20	0.72	0.10	0.40	1.65
14	1.20	0.72	0.10	0.56	1.20
16	1.65	0.40	0.16	0.56	1.65
18	0.16	0.72	0.16	0.40	1.20
20	0.40	0.56	0.16	0.16	0.72
22	0.16	0.40	0.10	0.13	0.56
24	0.13	0.40	0.10	0.13	0.56
26	0.10	0.40	0.10	0.10	0.40
28	0.10	0.40	0.10	0.16	0.30
30	0.13	0.40	0.03	0.10	0.16
32	0.10	0.30	0.05	0.13	0.10
34	0.10	0.10	0.01	0.03	0.05
36	0.10	0.16	0.05	0.05	0.03
38	0.10	0.16	0.05	0.05	0.03
40	0.05	0.16	0.05	0.03	0.03
42	0.03	0.13	0.10	0.03	0.03
44	0.03	0.13	0.05	0.03	0.13
46	0.10	0.16	0.10	0.01	0.13
48	0.10	0.16	0.03	0.03	0.16
50	0.05	0.16	0.03	0.01	0.10

註　1　調査位置は滑走路の中央より直角に距つた距離 (m) を示す。

2　表中の数字は換算による反当量 (kg) を示す。

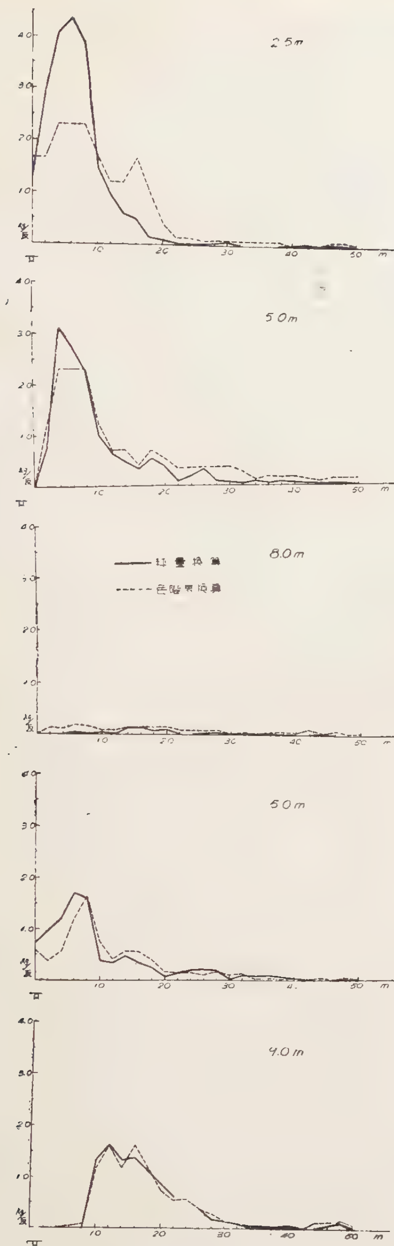
し撒布高度の高い第3及び第5回の場合にはかかる相違が見られなかつたことから，低空飛行の際はプロペラーによる風のため地表の微細な土粒，塵芥の類が舞い上り，ガラス板上のタルク粒子に加わつたためではないかと想像される。しかし地表のガラス板の方が地上 15 cm の高さにある黒色紙を用いたものよりも捕集能率がよかつたことも考慮に入れた方がよいと思う。しかして略々等しい高度の第3回と第5回において分布相が著しく異つていることは，遮断板の開閉による薬剤放出の技術が必ずしも各回一定していなかつたことも考えられないでもないが，むしろ両回における風の立体的動きあるいは風速の瞬間値の相違などに支配されることも多かるべく，Brown (*1*) が指摘したように，航空機による粉態撒布は種々な条件に左右されることが大きく，極めて不安定であることが想像される。ともあれ航空機から撒布さ

第8表　航空撒布によるタルクの粒子分布〔ガラス板に捕集した粒子を秤量して換算〕

Table 8　Distribution of talc particles by aerial dusting. 〔Calculated by the weight of talc particles collected on glass-plate〕

回　次	I	II	III	IV	V
調査位置＼高度	2.5 m	5.0 m	8.0 m	5.0 m	9.0 m
0	1.39	0.00	0.00	0.77	0.00
2	2.94	0.79	0.00	0.96	0.00
4	4.05	3.14	0.00	1.23	0.00
6	4.35	2.75	0.06	1.67	0.01
8	3.91	2.25	0.00	1.61	0.04
10	1.47	0.96	0.06	0.41	1.35
12	0.98	0.64	0.04	0.39	1.65
14	0.63	0.54	0.14	0.50	1.36
16	0.51	0.36	0.17	0.37	1.38
18	0.16	0.55	0.11	0.27	1.26
20	0.09	0.40	0.12	0.09	0.88
22	0.03	0.12	0.02	0.15	0.63
24	0.02	0.20	0.04	0.15	—
26	0.02	0.38	0.03	0.21	0.43
28	0.02	0.14	0.06	0.24	0.21
30	0.08	0.12	0.00	0.04	0.19
32	—	0.07	0.03	0.11	0.13
34	—	0.13	0.05	0.09	0.10
36	—	0.07	0.03	0.10	0.06
38	—	0.09	0.06	0.06	0.02
40	—	0.08	0.04	0.03	0.06
42	0.04	0.04	0.01	0.00	0.00
44	—	0.04	0.01	0.00	0.04
46	0.02	0.04	0.00	0.00	0.08
48	0.03	0.04	0.00	0.00	0.11
50	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00

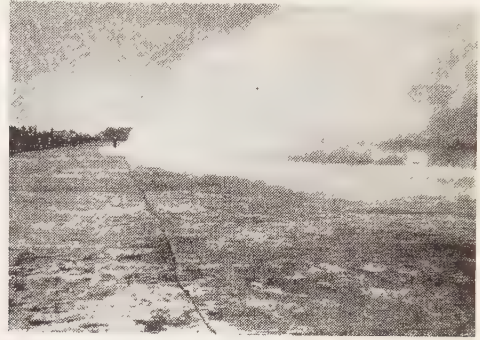
註　表中の数字については前表に同じ。



第10圖　航空撒布による タルクの 粒子分布（丘珠飛行場における試験・昭和28・IX・12）
高度　2.5, 5.0, 8.0, 5.0, 9.0 m

Fig. 10　Crosstrack distribution of talc particles by aerial dusting in the experiments at the Okadama aerodrome. (Sept. 12, 1953)
—— Calculated by the weight of talc particles collected on glass-plate.
...... Calculated by the use of colorimetric scale-paper.
Experiment in each flying height of 2.5, 5.0, 8.0, 5.0 and 9.0 m.

れた粉態は航跡直下より稍離れて風下に最も多く落下し，次第にその密度を減じ，50 m 以上の遠距離に及ぶ。しかし反当 0.5 kg 以上の密度に分布した部分を一応有効撒幅と看做すと，第3回を除き 10～18 mで大凡 14 m であつた。次にスライドグラス捕集法により粒度分布（質量）を見るに，航跡の直下に近い部分に密で，それを遠ざかるに従い疎となることは，前述せるところと一致するが，航跡に近い位置には大小いずれの粒子も落下し，遠い位置には小さい粒子が多く落下することが認められた。



第11圖　航空撒布試験において航跡下に立ち込めたタルクの粒子（撒布後約15秒・昭和28・IX・12）

Fig. 11　Scene veiled by talc particles under flying track (ca 15 seconds after aerial dusting. Sept. 12, 1953 at the Okadama aerodrome)



第12圖　航空撒布試験において航跡下に立ち込めたタルクの粒子（撒布後約30秒・昭和28・IX・12）

Fig. 12　Scene veiled by talc particles under flying track (ca 30 seconds after aerial dusting. Sept. 12, 1953 at the Okadama aerodrome)

なお，前述の調査とは別に撒布量の調査を行つた。即ち高度 10 m を以て 22 kg のタルクを搭載

第9表 航空撒布によるタルクの粒子分布〔スライドグラスに捕集した粒子数〕

Table 9 Distribution of talc particles by aerial dusting. 〔Number of talc particles collected by slide-glass catching method〕

高度	2.5 m					5.0 m					8.0 m					5.0 m					9.0 m				
粒径 μ / 調査位置	25以上	24～20	19～12	11以下	計	25以上	24～20	19～12	11以下	計	25以上	24～20	19～12	11以下	計	25以上	24～20	19～12	11以下	計	25以上	24～20	19～12	11以下	計
0	50	138	214	414	816	0	5	0	3	8	0	1	3	11	15	4	18	40	106	168	0	2	0	0	2
2	42	77	155	552	826	2	6	23	170	201	2	3	7	53	65	2	15	41	106	224	0	1	0	1	2
4	33	57	195	428	713	36	34	49	432	551	2	5	9	35	51	10	19	43	138	210	0	2	2	6	10
6	33	94	172	576	875	20	51	138	361	570	3	5	21	63	92	5	20	59	242	326	0	4	12	21	37
8	22	37	97	408	564	18	37	109	356	520	1	1	8	45	55	3	35	49	284	371	2	6	12	24	44
10	11	29	101	396	537	2	15	66	378	461	2	2	4	30	38	1	10	29	174	216	6	19	35	128	188
12	4	13	33	218	268	2	10	26	181	219	0	2	3	16	21	3	9	18	130	160	3	20	53	158	234
14	5	9	39	196	249	4	16	28	190	238	0	6	9	29	44	2	17	25	124	168	5	31	39	168	243
16	1	9	8	77	95	2	4	16	112	134	1	3	5	22	31	2	7	19	116	144	1	18	39	145	203
18	1	6	17	67	.91	1	2	20	150	173	1	2	4	23	30	0	7	14	81	102	2	6	27	104	139
20	0	5	7	52	64	0	7	7	48	62	0	4	5	13	22	0	1	3	42	46	1	5	23	112	141
22	0	4	7	43	54	0	1	5	49	55	0	2	7	19	28	0	3	4	24	31	1	4	12	49	66
24	0	0	12	32	44	0	4	9	46	59	0	1	4	14	19	1	4	9	28	42	1	3	10	46	60
26	0	1	2	14	17	1	6	10	44	61	0	1	2	12	15	0	2	4	15	21	1	5	8	43	57
28	0	1	4	21	26	1	5	7	45	58	0	2	1	12	15	0	2	3	15	20	0	1	1	37	39
30	0	4	8	24	36	1	4	9	41	55	0	0	1	14	15	0	3	5	13	21	0	0	2	35	37
32	0	2	3	30	35	1	2	3	21	27	0	0	4	13	17	0	2	4	9	15	0	0	0	14	14
34	0	2	4	35	41	0	4	9	20	33	0	0	2	5	7	0	2	5	8	15	0	0	1	6	7
36	0	2	6	15	23	0	1	2	7	10	0	0	0	2	2	0	1	1	8	10	0	0	0	8	8
38	0	5	5	20	30	0	1	2	13	16	0	0	2	6	8	0	1	3	12	16	0	0	2	13	15
40	0	0	0	15	15	5	3	5	18	31	0	1	6	23	30	0	2	4	6	12	0	0	0	14	14
42	0	2	3	20	25	0	1	2	15	18	1	2	4	15	22	0	0	4	5	9	0	0	0	10	10
44	0	1	1	14	16	0	2	3	19	24	1	4	2	9	16	0	0	2	4	8	0	0	0	8	8
46	0	0	0	11	11	0	2	4	16	22	0	2	3	6	11	0	2	2	3	7	0	0	1	6	7
48	0	0	0	5	5	0	3	4	15	22	0	1	2	4	7	0	1	0	0	1	0	0	0	9	9
50	0	0	1	5	6	0	1	5	11	17	0	0	3	5	8	0	0	0	2	2	0	0	0	4	4

註 表中の数字は 1.5 mm の 1 視野内の粒子数を示す。

し 500 m の距離を遮断板を全開して撒布した結果によれば，その航空時間は 17.1 秒で，タルクの消費量は 11.5 kg であつた。即ち有効撒幅を 14 m と仮定すれば，104 km/hr に減速した場合，平均反当 1.6 kg を撒布したことになる。

Ⅶ 論　　議

わが国における航空機による薬剤撒布は，本年即ち昭和 28 年北海道，石川県，神奈川県などの各地において期せずして試験せられたのを以て紀元を劃するものであるが，しかも飛行機を用い実地に病害虫防除を試みたのは，実に筆者等が関与して北日本航空株式会社が実施した 7 月 24 日及び 8 月 12 日北海道における，それぞれブランコケムシ及び稲熱病の防除を対象とした BHC γ 3 %粉剤及び撒粉ボルドウの撒布を以て嚆矢とする。用いられた飛行機は乗用の小型機で，仮にその座席を外して撒粉装置を取付けたものであり，その装置も未だ試作の域を脱しないもので，又用いた粉剤も地上用の ものを その儘 供試したに 過ぎないので，本年のこれらの試験のみを以てその効果あるいは効率を論議することは困難ではあるが，薬剤

の放出量はかなり大きく，しかも低空飛行をなす場合には風による薬剤の漂流も少なく，対象物の上に薬剤が長く滞留して徐々に落下し，隈なく附着するのを認めた。しかしてその効果について，飼育による調査あるいは実地踏査により，いずれも地上撒布にも匹敵すると認められる効果を挙げ得たことは，成功というべきであろう。ただ，北日本航空株式会社の営業案内によれば，基本料金はセスナ 170 C 型機で 1 時間 22,000 円，1 日（5 時間）100,000 円で，これに附加料金（作業手数料）として薬剤撒布（粉剤に限る）には 1 時間 15,000 円を必要とし，地上撒布の場合に比し現在ではかなり高率であり，特に飛行基地を距りたる場合には一層不便である。

更に筆者等が飛行場においてタルクを用い，二，三の基礎的調査を行つたところによれば，航空撒布は粉態の場合には条件に左右せられることが大きく，極めて不安定であることが想像されたが，粉態は航跡直下より稍離れて風下に最も多く落下し，漸次密度を減じ 50 m 以上に及ぶ。反当 0.5kg 以上の密度を有する部分を有効撒幅とすれば，それは 10～18 m，平均 14 m で，飛行高度を増すに従い，漂流のため有効撒幅内の密度を減ずる傾向があるから，可能な範囲で低空飛行をなすのが適当と認められる。反当撒布量については回を重ねて調査をしなければ決定的な数値は求め得ないが，1 調査では 1.6 kg であり，水田において撒粉ボルドウを撒布した鷹栖村の実測より逆算すれば反当 1 kg で，これらは地上撒布の標準量反当 3 kg に比し極めて少ない。しかし密度に疎密はあるが隈なく撒布し得られるので，量的に少なくとも，その効果は必ずしも乏しいとはいい得ない。

叙上，数回に亘る調査より考察して，航空撒布のための飛行機としては，一層小型のしかも撒布時に更に減速し得る専用機が望ましく，粉態撒布と共に液態撒布についても考究の要があり，一方小型ヘリコプターとの得失についても比較すべきである。かかる点は将来に譲り，仮に現在のセスナ型機を今後推進するとしても，撒粉装置を改善して粉態の均一撒布並びに放出量の加減が適正に行い得るよう工夫することが必要であり，実際上には漂流による粉剤の損失を少なくするため，低空飛行に熟練の要もある。又，航空撒布を普及するためには，飛行基地を速かに増設することが急務であり，航空撒布の発達には薬剤のそれに適する理学的性質を持つ製品の出現も望ましいと思われる。これらは技術上の問題点であるが，更にわが国における農業又は林業の経営経済上から見て，料金の低減，航空機の農林業上に対する多角的利用——単に農薬撒布に限らず——更に農業上にあつては対象作物の 1 区面積の拡大などの諸条件もこれに加わり，これらの点が適合し又は解決されるとき，わが国においても航空撒布が実用化することと，その将来性を期待するものである。

Ⅷ 摘　　要

昭和 28 年，北日本航空株式会社が，同社所有セスナ 170 C 型機を用いて，農林病虫防除のための航空撒布を企画するに当り，北海道農業試験場にその指導，協力を求めたので，筆者等はそれに参劃し，7 月より 9 月に亘り，4 回の試験並びに調査を行つた。即ち第 1 回は 7 月 21 日同社試作に係る撒粉装置の機能を知るため，札幌市郊外丘珠飛行場で試験飛行を行い，第 2 回は同月 24 日北見国上興部村においてブランコケムシを対象とし，森林及び耕地（畑）に BHC γ 3 %粉剤を撒布，第 3 回は 8 月 12 日石狩国鷹栖村において稲熱病を対象とし，水田に撒粉ボルドウを撒布，更に第 4 回は 9 月 12 日丘珠飛行場でタルクを用い，今後実用化する上に必要な二，三の基礎試験を行つた。その結果を要約すれば次の如くである。

1. ブランコケムシを対象とした実地試験では，飛行高度が比較的高かつたので，薬剤は漂流するものが多く，植物に対する薬剤の分布はあまり良好とはいい得なかつたが，3 回に亘つて飛来し 8 回の航跡を描いて薬剤撒布をした結果，撒布のあまり良好でなかつた場合には 10 mm^2 に 50～80 粒の密度で落下し，良好と認められた場合には同じく 230 粒以上の密度で落下した。しかして森林の樹冠部と下草部とを比較すると，後者の密度は前者の約 80 %で，かなりよく林内に深く落下分布することを知つた。しかして撒布即日ブランコケムシ（老熟幼虫）を採集して殺虫効果を調査したところ，無撒布のものに比べて死虫率において

約 +30 %の差異を認め, 相当の効果のあつたことを明らかにした。

2. 稲熱病予防を目的とした実地試験は, 平坦な水田地の中央に劃した 70 町歩の 1 団地で, 飛行基地も近距離にあり, 1 日のうちに 10 回飛来して 52 回に亘る航跡により, 合計 1,392 kg の撒粉ボルドウを撒布したので, 反当撒布量は約 2 kg であり, 低空飛行によつて極めて有効に, 多少の疎密はあつたが, 水田全面に薬剤を分布せしめ得た。薬剤の分布密度は 10 mm^2 に 370～430 粒であつた。しかして撒布後 26 日を経過して実地を調査したところによれば, この試験地は従来稲熱病常発地帯であるのにかかわらず, 発生比較的少なく, むしろその周辺地区に相当甚だしい発生を見, 8 月中旬における飛行機による薬剤一斉撒布が稲熱病の発生蔓延を防止する上に相当有効であつたと認められた。

3. タルクを用いて行つた二, 三の試験結果によれば, 高度 10 m で 104 km/hr に減速, 撒粉装置の遮断板を全開して撒布した場合, 有効撒幅を 14 m として, 平均反当 1.6 kg を撒布することができた。しかして 5 回に亘り高度を 2.5 m, 5 m, 8 m, 9 m として試験を行つたが, 地上の風向, 風速に大きな差がなかつたのにかかわらず, 各回の薬剤分布様相はかなり相違しており, 航空機による粉態撒布は種々の微細な条件によつて左右されることの大きいのを知つた。しかして航空機から撒布された粉態は航跡の直下より稍離れて風下に最も多く落下し, 次第にその密度を減じて 50 m 以上の遠距離に及ぶが, 反当 0.5 kg 以上の密度に分布した部分を一応有効撒幅と見ると, 10～18 m, 大凡 14 m であつて, 粒子の小さいものは大きいものよりも遠くに飛散することを知つた。

4. 以上数回に亘る経験に鑑み, わが国において飛行機による農薬撒布の将来性はあるものと認められるが, しかしその発達を期待するには, 飛行機のみならず各種航空機の機種, 撒粉装置, 薬剤の形態並びに物理性に関する比較研究, 航空撒布に対する熟練, 農林経営との関連など, 今後に残された技術上並びに経済上の諸問題を解明する要がある。

Ⅸ 引用文献

1 Brown, A .W. A. (1951): Insect Control by Chemicals. Ref. on pp. 414～466.

2 畑井直樹 (1952): 飛行機からの薬剤撒布〔植物防疫, 第 6 巻, 第 11 号, 400～402 頁〕

3 ——— (1953): 飛行機から農薬を撒く〔農林時報, 第 12 巻, 第 11 号, 30～31 頁〕

4 池屋重吉・田村 実 (1953): ヘリコプターによる薬剤撒布試験見聞記〔植物防疫, 第 7 巻, 第 10 号, 356～358 頁〕

5 桑山 覚 (1952): 空飛ぶ農機具——航空機を農業に使う〔デーリィマン, 第 2 巻, 第 10 号, 34～35 頁〕

Résumé

During the summer of 1953 the authors were fortunately able to co-operate with the North Japan Airlines Co. Ltd. in investigating the practicability of small airplane (Cessna 170 C–type) for aerial dusting of agricultural chemicals. First, on July 21 tests of the dusting apparatus which had been newly designed and installed on an airplane were carried out at the Okadama aerodrome near Sapporo; next, on July 24 experiments on the aerial dusting of BHC γ 3 % dust against the larvae of gypsy-moth which had appeared in great numbers over the forest and cultivated land were carried out at Kamiokoppe, province of Kitami; third, on August 12 experiments on the aerial dusting of Bordeaux dust against rice-blast disease were carried out at Takasu, province of Ishikari; and then, on September 12 some basic experiments were carried out by the use of talc at the Okadama aerodrome. Results of the tests and experiments are summarized as follows:

1. In the experiments against the larvae of gypsy-moth, the flying heights during dusting were at 10 m or more, and consequently the deposits of dust particles upon the vegetation were not sufficient due to drift. By three flights drawing 8 tracks, the number of deposited

particles reached on the vegetation 50～80 per 10 mm^2 under unfavourable condition and 230 per 10 mm^2 under fairly good condition. The density on the ground was about 80 % to that of treetops, the distribution being comparatively good in the forest. The percentage of full grown larvae of gypsy-moth which died in the dusted area was about 30 % higher than that in the untreated area nearby.

2. In the expriments to combat rice-blast disease, one block of about 70 hectares in the centre of paddy fields was selected, and by ten flights drawing 52 tracks in one day, the amount of 1392 kg of Bordeaux dust was dusted over the selected fields, the rate being about 2 kg/Tan. Flying heights during dusting were 4～15 m, and dust particles were distributed all over the fields, though some variation of density was observable. Deposited number of dust particles per 10 mm^2 was 370～430. The block selected as the experimental plot has hitherto been known as an area where rice-blast has been prevalent. However, according to the investigations by the authors, KUWAYAMA and TANAKA, on the 26th day after dusting, the outbreak of rice-blast was not severe in comparison with that of neighbouring area.

3. According to the experiments at the Okadama aerodrome, when the aircraft duster was flown 10 m in height and 104 km/hr in speed, available swath width was estimated about 14 m and the amount of dusting was 1.6 kg/Tan. In a series of experiments on the flying heights 2.5, 5, 8 and 9 m there was a considerable difference on the phase of distribution of talc particles, due to slight variations in meteorological and other conditions. The dusted particles were deposited densely at a short distance to the leeward rather than at points right under the track, being distributed as far away as 50 m or more distance. If the portions deposited in the density of 0.5 kg/Tan are considered as available swath widths, they are 10～18 m, being 14 m in average.

4. In view of the tests and experiments above mentioned, aerial dusting of agricultural chemicals in Japan may have a promising future. But, expecting future developments there is much room for the study of many technical and economic problems, such as the comparisons of kinds and types of aircraft, and dusting apparatus, forms and physical properties of agricultural chemicals, training for aerial dusting, connection with farming and forest management, etc.

マメシンクイガによる大豆被害粒数の品種間差異について

松本　　蕃*　黒沢　　強*

VARIETAL DIFFERENCES ON THE NUMBER OF INJURED SEEDS OF SOY BEAN CAUSED BY THE SOY BEAN POD BORER, *GRAPHOLITHA GLYCINIVORELLA* MATSUMURA

By Shigeru MATSUMOTO and Tsuyoshi KUROSAWA

I　緒　　言

マメシンクイガに対する大豆の耐虫性に関する研究は既に数多く報告されているが，品種間差異を示す個々の要因を取り上げて論じたものが多く，その要因が実際の被害量形成にどれだけの意味を有するかについて明らかにしたものはあまり無いようである。筆者等は耐虫性に関する研究の一部として，被害粒を生ずるまでの過程を分析的に研究することにより，その諸段階における被害が被害粒数の品種間差異にどれだけ影響しているかを明らかにしようとした。本実験は昭和27年，28年の両年に行われたもので，今後更に検討を要する点が少なくないが，一応の結果を得たのでここにそれを報告する。

本文に入るに先立ち，終始御指導を賜つた当場次長桑山覚博士，昆虫研究室長桜井清技官，並びに実験に協力された細野綾子氏に感謝の意を表する。

II　試験設計大要

1　施行場所　北海道農業試験場圃場

2　供試品種　20品種を用いたがその品種名及び主要特性は第1表の通りである。

第1表　供試品種名

Table 1　Soy bean varieties tested.

群別	品種名	熟期	毛茸の有無	子実の大きさ
a	中生光黒	中熟の晩	有	大
	晩生光黒	晩熟	〃	〃
	十勝長葉	中熟の晩	〃	中
	北見長葉	〃	〃	〃
	中生黒大粒	中熟	〃	大
	鶴の子	晩熟	〃	〃
	極早生千島	早熟の早	〃	中
	中生裸	中熟の稍晩	無	小
	十勝裸	〃	〃	〃
	長葉裸1号	晩熟の早	〃	中
b	大谷地2号	中熟の早	有	稍大
	霜不知1号	早熟	〃	中
	吉岡大粒	早熟の晩	〃	大
	クラカケ	中熟	〃	稍大
	蘭越1号	〃	〃	小
	赤莢1号	中熟の晩	〃	中
	白小粒	中熟	〃	小
	早生黒千石	〃	〃	〃
	早生裸	中熟の稍早	無	稍小
	大粒裸	中熟	〃	大

3　試験区制　1区面積約8 m²（5 m×1.65 m），3連制，乱塊法。各区の植栽様式は1株2本立で1畦20株，3畦とした。

4　耕種方法　5月15日播種，栽培管理は北海道農業試験場本場の標準法によつた。

5　調査項目及び方法

a）成蟲發生狀況調査　200坪の大豆畑の中央120 m²に「十勝長葉」を栽培し，掬取法（50回掬取り）によつて毎日の発生量を調査した。

*　病理昆虫部昆虫研究室

b) 産卵調査 供試品種のうち，(a) 群の 10 品種のみについて行つた。昭和 27 年は 8 月初めより 9 月 15 日まで隔日に，同 28 年は 8 月 5 日より 9 月 9 日まで 5 日おきに行つた。調査方法は各区 1 本 (即ち各品種 3 本) 宛抜取り，植物体全部の産卵数を産卵部位別に調査した。

c) 被害調査 9 月下旬より，落葉期に達した品種から順次に行つた。中央畦を 1 区 10 本 (即ち各品種 30 本) を抜取り，総莢数，被害莢数，潜入痕数，生存幼虫数，被害粒数，不稔粒数を調査した。但し，被害莢とは潜入痕のある莢をいい，生存幼虫数には脱出幼虫を含み，不稔粒とは完熟粒以外のものを総称した。

d) 落莢調査 各区の抜取りを行わなかつた 1 畦 (40 本) の落莢を 8 月 10 日より 5 日おきに 9 月 8 日まで集めた。この場合 1 cm 以上のものを莢とした。

Ⅱ 試験結果及び考察

(A) 成虫發生及び産卵狀況

掬取調査による成虫の発生状況は第 2 表，第 1 図の通りである。発生初日は昭和 27 年は 7 月 28 日，昭和 28 年は 8 月 6 日，最盛半旬は両年とも 8 月第 4 半旬，終期は両年とも 9 月第 2 半旬で，両年ほぼ同様の発生経過を示した。

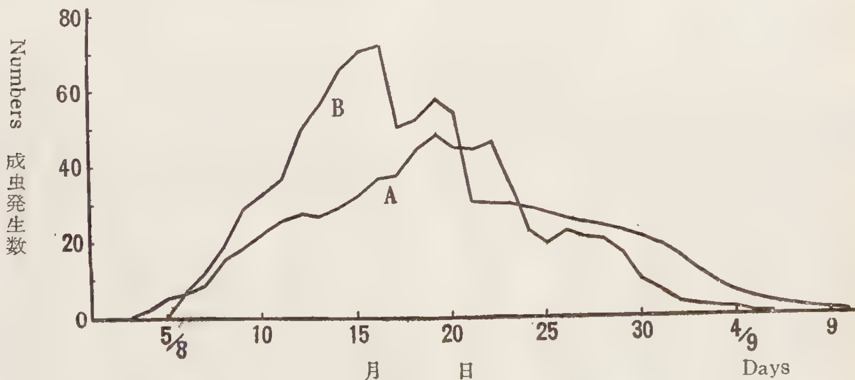
第 2 表 成虫発生状況

Table 2 Prevalence of moth appearance.

時期		昭 27		昭 28	
		実数	比率(%)	実数	比率(%)
7月	6半旬	1	0.1	0	0
8	1	3	0.4	0	0
	2	76	10.9	92	9.0
	3	132	18.7	283	27.8
	4	220	31.5	298	29.3
	5	175	25.2	148	14.6
	6	81	11.7	137	13.5
9	1	8	1.2	53	5.2
	2	2	0.3	6	0.6
計		698	100.0	1,017	100.0

次に，各品種の産卵数を調査月日別に示すと第 3，第 4 表の如くである。なお，昭和 28 年には産卵の完了前に調査を打切つたので不完全なものとなつた。

いずれも品種間の差は認められ，特に裸品種と極早生種の「極早生千島」の産卵数は少数であつた。産卵最盛期は品種により多少の違いはあるが，全体的にみれば両年とも 8 月 25 日頃となつた。



第 1 圖 成虫発生状況

A : 1952 年　B : 1953 年

Fig. 1 Prevalence of moth appearance.

A : 1952　B : 1953

第3表 産卵数（3本当り）—昭和 27 年

Table 3 Number of eggs laid on 6 varieties (per 3 plants)—1952.

月 日 ＼ 品種	鶴の子	十勝裸	晩生光黒	中生裸	十勝長葉	中生黒大粒	計
VIII 6	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	1	0	1	0	2
10	0	0	3	0	1	0	4
12	3	0	8	0	0	4	12
14	5	3	12	3	7	6	36
16	7	6	3	0	9	18	43
18	7	1	4	1	38	14	65
20	5	0	22	2	33	22	84
22	48	2	58	3	96	37	244
24	42	4	61	15	100	52	274
26	21	5	16	6	73	49	170
28	49	12	48	11	55	28	203
30	46	8	55	8	62	31	210
IX 1	32	12	34	7	60	28	173
3	19	0	19	3	47	14	102
5	12	4	18	7	18	6	65
7	10	1	16	0	11	6	44
9	1	2	5	3	8	1	20
11	1	0	2	0	1	0	4
13	0	0	0	0	1	0	1
15	0	0	1	0	1	0	2
計	308	60	386	66	622	316	1,758

第4表 産卵数（3本当り）—昭和 28 年

Table 4 Number of eggs laid on 10 varieties (per 3 plants)—1953.

品種 ＼ 月日	VIII 5	10	15	20	23	30	IX 4	9	計
中生光黒	0	3	4	77	85	146	26	9	350
晩生光黒	0	3	20	7	71	110	29	53	293
十勝長葉	0	3	1	28	82	151	65	58	388
北見長葉	0	9	6	15	122	146	49	50	397
中生裸	0	0	2	5	10	36	7	2	62
長葉裸1号	0	0	2	10	36	31	3	6	88
十勝裸	0	0	3	1	27	16	6	0	53
中生黒大粒	1	0	18	39	121	148	31	4	362
鶴の子	0	0	24	9	16	48	12	34	143
極早生千島	0	0	4	3	5	0	0	0	12
計	1	18	84	194	575	832	228	216	2,148

（B）　被害状況

各品種が落葉期に達した時に各区 10 本宛抜取つて行つた被害調査の結果を第 5，第 6 表に示す。

第5表 被害調査結果（昭和 27 年）

Table 5 Infestation caused by larvae on 6 varieties (per 10 plants)—1952.

品種 ＼ 項目	総莢数	被害莢数	潜入痕数	完熟粒数 総数	完熟粒数 無被害	完熟粒数 被害	被害粒率	生存幼虫数
鶴の子	252	201	285	439	179	260	% 59.0	180
十勝裸	603	296	453	1,119	735	384	34.5	193
晩生光黒	129	119	177	235	43	192	81.3	147
中生裸	532	299	466	1,050	541	509	48.3	260
十勝長葉	390	369	489	1,059	533	526	50.6	262
中生黒大粒	262	237	394	616	80	536	87.1	280

註　1区 10 本当り，3区平均を示す。

第6表 被害調査結果（昭和 28 年）

Table 6 Infestation caused by larvae on 20 varieties (per 10 plants)—1953.

品種名 ＼ 項目	総莢数	被害莢数	潜入痕数	総粒数	完熟粒数 総数	完熟粒数 無被害	完熟粒数 被害	不稔粒数	完熟粒被害粒率	不稔粒数率	生存幼虫数
中生光黒	242	209	417	478	424	82	342	54	% 80.6	% 11.3	273
晩生光黒	139	125	294	270	210	29	181	60	86.3	21.6	152
十勝長葉	320	278	518	770	520	134	386	250	74.7	32.3	300
北見長葉	317	264	598	792	660	132	528	132	79.0	16.9	343
中生黒大粒	225	199	434	525	427	39	388	98	91.0	18.4	304
鶴の子	188	136	207	347	248	114	134	99	53.5	27.6	129
極早生千島	163	20	20	323	243	215	28	78	11.9	24.3	15
中生裸	440	319	515	815	681	243	438	134	64.1	16.7	280
十勝裸	617	395	532	1,195	992	439	553	203	56.2	17.2	322
長葉裸1号	239	190	372	600	428	177	251	172	58.6	28.2	177

品種名＼項目	総莢数	被害莢数	潜入痕数	総粒数	完熟粒数			不稔粒数	完熟粒被害粒率	不稔粒率	生存幼虫数
					総数	無被害	被害				
蘭越1号	331	310	567	667	514	44	470	153	% 91.5	% 23.0	357
白小粒	467	316	444	980	734	390	344	236	45.9	24.7	247
大谷地2号	192	171	504	411	332	21	311	79	93.4	19.1	261
霜不知1号	283	215	391	684	515	139	376	169	72.9	24.9	303
吉岡大粒	209	193	435	438	257	16	241	181	94.3	41.5	245
クラカケ	219	204	515	410	351	54	297	59	84.6	14.1	216
赤莢1号	301	281	585	585	483	52	431	102	89.7	17.6	347
早生黒千石	938	675	828	1,946	1,571	569	1,002	375	63.5	19.5	611
早生裸	253	186	370	600	536	208	328	64	61.0	10.8	214
大粒裸	256	213	469	530	488	99	389	42	79.9	8.0	257

註　1区10本当り，3区平均を示す。

(C)　被害過程の解析

従来マメシンクイガの被害程度を示すのに被害粒率が用いられている。いうまでもなく，被害粒率は総粒数と被害粒数により決定されるので，被害量の表現として直接的でないうらみがある。故に本試験においては被害粒数をもつて被害の最終段階の比較を行うことにした。

被害粒を生ずるには，まず産卵され，孵化幼虫が莢内に潜入し，莢内幼虫が大豆粒を食害するという過程を経る。これら各過程の品種間差異が被害粒数にどのように関係しているかについて，これから検討を加えてみる。

1　産卵数　各品種の産卵数については前にのべた（第3，4表）。この産卵数を莢と莢以外の部分に分けて，莢上産卵数の比率を出して見ると第7表の如くである。

第7表　莢上産卵数割合（%）

Table 7　Percentage of number of eggs laid on pods.

品種＼年次	昭和27年	昭和28年
中生光黒	—	63.4
晩生光黒	57.6	63.2
十勝長葉	76.8	75.5
北見長葉	—	78.3
中生黒大粒	77.3	71.0
鶴の子	49.6	27.3
極早生千島	—	100.0
中生裸	8.5	1.6
十勝裸	6.9	5.7
長葉裸1号	—	0

これによると裸3品種の莢への産卵比率は非常に僅かであり，莢の存在は産卵に対してほとんど無意味と考えられる。その他の有毛茸品種では，植物体各部位のうち，莢上産卵比率が最も大であり，これが全産卵数を支配する。このことは桑山(1928, 1942)，西島・黒沢（1953）の調査結果からも同様に認められる。ここにおいて，どのような大きさの莢に産卵が多いかを見るために，昭和28年8月30日の産卵調査材料のうち，莢への産卵の多く認められた「中生光黒」,「晩生光黒」,「十勝長葉」,「北見長葉」,「中生黒大粒」の5品種の莢の長さを測定して，莢長の階級別に，各階級の莢数，莢長総計，産卵数を調査した。その結果は第8表の通りである。

第8表　莢の大きさと産卵との関係

Table 8　Relation between pod-length and egg deposition.

品種	莢長(cm)	莢数	莢数比率	莢長総計	莢長総計比率	産卵数	産卵数比率
中生光黒	1〜2	3	% 3	4.5	% 1.4	1	% 1.8
	2〜3	6	6	15.0	3.4	3	5.5
	3〜4	14	14	49.0	11.4	8	14.5
	4〜5	62	62	279.0	65.1	31	56.4
	5〜6	15	15	82.5	19.4	12	21.8
晩生光黒	1〜2	6	9.1	9.0	3.9	0	0
	2〜3	5	7.6	12.5	5.4	0	0
	3〜4	9	13.6	31.5	13.6	8	19.0
	4〜5	22	33.3	99.0	42.9	24	57.2
	5〜6	22	33.3	66.0	28.6	9	21.4
	6〜7	2	3.1	13.0	5.6	1	2.4

品種	莢長(cm)	莢数	莢数比率	莢長総計	莢長総計比率	産卵数	産卵数比率
十勝長葉	1〜2	16	% 10.6	24.0	% 4.8	7	% 7.3
	2〜3	26	17.2	65.0	12.8	7	7.3
	3〜4	81	53.6	295.5	58.5	60	62.5
	4〜5	27	17.9	121.5	23.8	22	22.9
	5〜6	1	0.7	5.5	1.1	0	0
北見長葉	1〜2	9	6.9	13.5	2.7	1	1.4
	2〜3	16	12.2	40.0	7.9	10	13.9
	3〜4	39	29.7	136.5	27.1	15	20.8
	4〜5	54	41.2	243.0	48.2	39	54.2
	5〜6	13	10.0	71.5	14.1	7	9.7
中生黒大粒	1〜2	5	6.0	7.5	2.0	0	0
	2〜3	6	6.0	12.5	3.4	0	0
	3〜4	8	9.6	28.0	7.5	9	13.6
	4〜5	33	39.8	148.5	39.9	27	40.9
	5〜6	32	38.6	176.0	47.3	30	45.5

これによると「中生光黒」,「晩生光黒」,「北見長葉」は 4〜5 cm の莢に,「十勝長葉」は 3〜4 cm の莢に,「中生黒大粒」は 5〜6 cm の莢に最も多く産卵されている。又,莢数及び莢長総計もこれらの階級のものが最も大で,各階級の莢数,莢長総計と産卵数の間には高い正の相関々係があり,各品種とも +0.95** 以上の相関係数を示した(第9表)。

第9表 各階級の莢数及び莢長総計と産卵数との相関関係

Table 9 Correlation of number of eggs with number and total length of pods classified by pod length.

品種 ＼ 項目	莢数	莢長総計
中生光黒	+0.986**	+0.995**
晩生光黒	+0.970**	+0.955**
十勝長葉	+0.973**	+0.991**
北見長葉	+0.958**	+0.962**
中生黒大粒	+0.995**	+0.985**

以上のことから,産卵は各品種内においてある特定の長さの莢を選択してなされるものではなく,蛾の発生期に存在するすべての莢に対して全く機械的に行われるものと考えられる。その結果として,最も大なる莢長総計(この場合は莢数と一致する)を有する階級の莢に最も多くの産卵が見られることになるのであり,その大きさの莢を選択して産卵したものではないと考える。岡田(1940)は莢を大きさにより3段階に分けて,これに放蛾産卵させて,大形莢に産卵が多いことを認め,その結果より小形莢には産卵しない性質を有すると解釈している。

次に調査を行つた各品種の総産卵数,莢上産卵数,莢数,莢長総計を 8 月 30 日調査材料について示すと第 10 表の通りである。この中,「極早生千島」と裸3品種は莢への産卵がなかつたので一応これらを除外して,残りの6品種について莢数及び莢長総計と総産卵数及び莢上産卵数との相関々係をみると第 11 表の如くである。これによると,莢数よりも莢長総計の方が産卵数に対して密接な関係を有し,莢数又は莢長総計に対しては総産卵数よりも莢上産卵数の方が高い相関を示している。この結果より考えられることは,産卵数に最も影響するのは莢長総計であり,莢数との相関が

第 10 表 産卵数と調査個体の諸性状

Table 10 Number of eggs, number and total length of pods on August 30.

品種 ＼ 項目	総産卵数	莢上産卵数	莢数	莢長総計 (cm)
中生光黒	146	98	100	430
晩生光黒	110	74	56	231
十勝長葉	151	110	151	512
北見長葉	146	130	131	505
中生黒大粒	148	108	83	373
鶴の子	48	11	39	75
極早生千島	0	0	38	126
中生裸	36	0	159	—
十勝裸	16	0	219	—
長葉裸1号	31	0	73	—

第 11 表 莢数,莢長総計と産卵数との相関

Table 11 Correlation between number or total length of pods and number of eggs on 6 varieties.

項目	相関係数
莢数と総産卵数	+0.806
莢長総計と総産卵数	+0.911*
莢数と莢上産卵数	+0.846*
莢長総計と莢上産卵数	+0.946**

あるのは，莢長総計の大なる品種が莢数も多くあつたからである。莢長は莢面積の指標となるので，莢面積の大小即ち産卵面積の大小によつて産卵数が左右されるということができる。この莢長総計と産卵数との関係は産卵期間を通じて作用をなし，その結果全産卵数の品種間差異を生ずるのではなかろうか。

然らば，「極早生千島」及び裸品種の産卵数は何によつてきまるのであろうか。「極早生千島」は有毛莢であつても産卵されていないのは，産卵最盛期には既に成熟期に達しており，岡田（1940, 1948）も認めている如く，このように極端に早生の品種では莢の成熟度が産卵に影響するのであろう。裸品種では，莢にほとんど産卵しないので，産卵場所としての莢はほとんど無価値であり，したがつて植物体全体よりみて，産卵場所が非常に少なくなる。その結果産卵数も少なくなると考えるのであるが，莢以外の部分の産卵場所としての価値を定量的に表わすためには更に実験を進めなければならぬ。

2　産卵数と潜入痕数及び被害粒数との關係　産卵調査を行つた 10 品種の産卵数と潜入痕数及び被害粒数との関係は第 12 表，第 2 図の通りである。

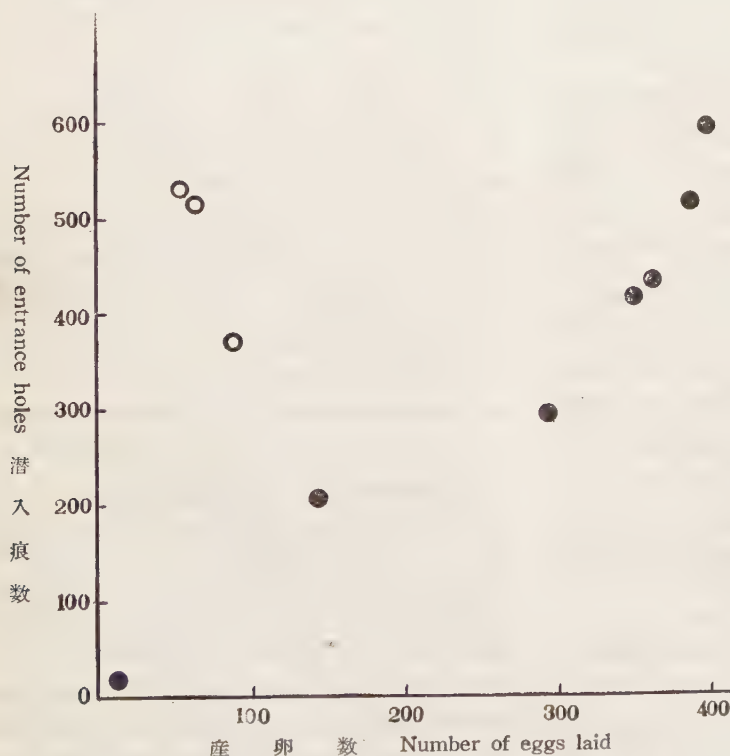
第 12 表　産卵数と被害粒数及び潜入痕数との関係

Table 12　Correlation of number of infested seeds and entrance holes with number of eggs.

項目 / 年次	被害粒数 全品種	被害粒数 有毛茸品種	潜入痕数 全品種	潜入痕数 有毛茸品種
昭 27 (1952)	0.066	—	−0.205	—
昭 28 (1952)	0.318	+0.920**	0.448	+0.962**

裸品種を含めた全品種の間では相関は認められないが，有毛茸品種のみの間では +0.9 以上の高い相関係数を示す。即ち，有毛茸品種では産卵が多くなればそれに正比例して潜入痕数，被害粒数が多くなる。裸品種は有毛茸品種よりも産卵数に対する潜入数及び被害粒数の割合が非常に高くあらわれた。

3　潜入痕数　孵化幼虫が莢内に潜入した後に，莢表面に残る痕跡を潜入痕といつているのであるが，この潜入痕数も品種により差があることは第 5，第 6 表の通りである。産卵の非常に少なかつた裸品種も潜入痕数においては有毛茸品種と同等若しくはそれ以上の値を示している。産卵場所とならなかつた裸の莢も幼虫潜入の場所としては有毛茸品種と変らない価値をもつている。ここにおいて，幼虫の潜入に際しても莢面積が影響するのではないかと考えて，昭和 28 年 8 月 30 日の産卵調査材料の平均莢長と最終被害調査時の総莢数から各品種の莢長総計を求めた（第 13 表）。これと潜入



第 2 圖　産卵数と潜入痕数との関係：　● 有毛茸品種，○ 裸品種

Fig. 2　Relation between number of eggs and number of entrance holes-1953

● pubescent varieties　○ glabrous varieties

第 13 表　平均莢長及び莢長総計

Table 13 Average pod length and total pod length per 10 plants.

品種＼項目	平均莢長 (cm)	莢長総計 (cm)
中生光黒	4.3	1,041
晩生光黒	4.1	570
十勝長葉	3.4	1,088
北見長葉	3.9	1,236
中生黒大粒	4.5	1,013
鶴の子	1.9	357
極早生千島	3.3	538
中生裸	3.1	1,364
十勝裸	2.8	1,728
長葉裸1号	3.9	932

痕数との相関係数を算出すると $\gamma=+0.828^{**}$ の高い値が得られた。8 月 30 日は前述の如く産卵，潜入の最盛期に当るので，この時の莢長の如何が全潜入痕数を支配することになるのであろう。

この莢長総計と潜入痕数との関係は恐らく全品種間にも存在し，潜入の最も多い時期に莢面積が大なる品種は潜入数も多くなると考える。

4 潜入痕数と生存幼蟲数，被害粒数との關係　潜入痕数の差異が生存幼虫数及び被害粒数に如何に影響するかについて，これらの間の相関々係を調査全品種について見ると第 14 表の如く，いずれも高い正の相関々係が認められた。即ち，潜入痕数が多い品種は生存幼虫数が多くなり，被害粒数も多いという経過をたどる。さきに西島・黒沢（1953）は莢内幼虫死亡率に品種間差異があることを認め，これを重視しているが，本実験の潜入痕数と生存幼虫及び被害粒数との相関係数からみて，実際には被害粒数の品種間差異に大きな働きをしているとは考えられないようである。

第 14 表　潜入痕数，生存幼虫数び被害粒数の間の相関々係

Table 14 Correlation between number of entrance holes and larvae in pods and number of infested seeds respectively.

項目＼年次	昭和 27 年	昭和 28 年
潜入痕数と生存幼虫数	+0.769	+0.931**
潜入痕数と被害粒数	+0.876*	+0.895**
生存幼虫数と被害粒数	+0.976**	+0.964**

5 潜入率　産卵数に対する潜入痕数の比率即ち潜入率は裸品種の方が有毛茸品種より高いことは前に述べたところである。

さきに，各品種の潜入痕数はそれぞれ莢長を指標とする潜入場所の大小に従つて決定されることを示した。又，このことは孵化幼虫数——従つて産卵数——が潜入可能な数より多いことを示している。何故なれば，孵化幼虫数が少ないために潜入可能数だけ潜入していない時は，潜入可能数の index たる莢長総計と潜入痕数との間に高い相関が認められる筈はないからである。別の試験において，「中生光黒」，「晩生光黒」，「十勝長葉」，「中生黒大粒」，「中生裸」，「長葉裸 1 号」の 6 品種に薬剤を撒布して虫害を相当程度防除して潜入痕数，被害粒数等の間の相関々係を吟味したところ，潜入痕数と生虫数及び被害粒数の間にそれぞれ +0.963**，+0.956** の高い値を示した。これは本試験の場合と同様であるが，莢長総計と潜入痕数の間は +0.588 で有意とならなかつた。これは薬剤撒布のため孵化幼虫数が潜入可能数より少なくなつたためであろう。

次に，各品種の産卵も，潜入痕数の場合と同様に，可能なだけなされていると考えられる。莢長総計の最も大である「十勝裸」（第 13 表）の産卵数は「極早生千島」を除いては最も少ない（第 4 表）。この「十勝裸」の産卵数でも潜入可能数を超過している。以上述べたところから，産卵場所の面積と潜入場所の面積の比率が潜入率であるといえる。裸品種の産卵面積が非常に小なるにかかわらず，潜入面積は有毛茸品種と変らないことが裸品種の潜入率を高くしている理由であろう。

6 不稔粒数　以上述べて来たことはすべて完熟粒を対象としている。故に虫害により不稔粒が生ずるとすれば別に検討しなければならぬ。

まず考えられることは，潜入幼虫が多い莢は不稔粒が多いだろうかということである。そこで，10 品種について潜入痕数別に莢を分類し，その不稔粒率を調査したところ，第 15 表の如く，どの品種においても潜入痕数の多い莢程不稔粒率が低いという結果を示した。更に無被害莢と被害莢に分けて比較すると第 16 表の如く多くの品種は無被害莢の不稔粒率が高い。このような結果を示した

第15表　不稔粒数率（30 本当り）

Table 15　Percentage of immature seeds in pods classified by number of entrance holes.

品種＼項目	潜入痕数	総粒数	不稔粒率	品種＼項目	潜入痕数	総粒数	不稔粒率
中生光黒	1	417	% 13.4	長葉裸1号	1	624	% 30.1
	2	452	7.3		2	438	23.3
	3	299	6.4		3	242	21.9
	4	61	1.6		4	99	17.2
	5	9	0		5	30	26.7
晩生光黒	1	213	31.0	十勝裸	1	1,043	19.0
	2	233	19.7		2	410	10.5
	3	162	17.3		3	77	6.5
	4	78	15.4		4	12	25.0
	5	37	8.1		5	0	—
十勝長葉	1	774	25.8	中生黒大粒	1	364	19.2
	2	705	27.4		2	525	12.6
	3	332	21.1		3	362	7.5
	4	106	33.0		4	123	10.6
	5	38	26.3		5	28	0
北見長葉	1	527	18.8	鶴の子	1	446	32.1
	2	686	11.7		2	202	24.8
	3	535	8.4		3	73	26.0
	4	186	7.0		4	15	6.7
	5	65	12.3		5	8	25.0
中生裸	1	952	16.6	極早生千島	1	58	10.4
	2	580	10.5		2	0	—
	3	200	10.0		3	0	—
	4	52	5.8		4	0	—
	5	10	0		5	0	—

第16表　無被害莢及び被害莢の不稔粒率

Table 16　Percentage of immatured seeds of uninfested and infested pods.

品種	無被害莢	被害莢	品種	無被害莢	被害莢
中生光黒	28.0	8.8	蘭越1号	62.2	20.9
晩生光黒	24.7	21.2	白小粒	24.8	23.6
十勝長葉	40.7	25.9	大谷地2号	76.2	14.6
北見長葉	41.2	12.3	霜不知1号	58.2	15.5
中生黒大粒	71.0	12.5	吉岡大粒	90.8	37.1
鶴の子	26.1	28.9	タラカケ	43.8	12.5
極早生千島	26.2	10.4	赤莢1号	38.7	15.9
中生裸	23.5	13.5	早生黒千石	18.7	19.8
十勝裸	25 9	16.1	早生裸	21.6	7.1
長葉裸1号	41.5	25.5	大粒裸	21.5	5.3

理由として次の如く推察する。先の潜入痕数の項で述べた如く莢長の小なる莢には潜入痕数が少ない。故に，潜入痕数のないような莢は小さく，従つて生理的に不稔粒の多い莢であろう。これに反し，大きくよく発達した莢には潜入痕数が多く，従つて被害粒を生ずるが，生理的の不稔粒は少ないということになるのではないか。

次に，被害莢不稔粒率と被害莢1莢当り潜入痕数及び〔潜入痕数/被害莢総粒数〕との間には相関関係は認められなかつた。

以上述べたことから，不稔粒の生ずるのは潜入幼虫数と関係がないといえるのではないか。但し，その原因が品種独自の耐虫性によるのか又は虫害に無関係な生理的なものかについては不明である。

7　落莢数　虫害による落莢は，これも今までの考察の対象外であるので，別に検討しなければならぬ。落莢調査の結果は第 17 表の通りである。落莢数は品種により異るが，いずれにしてもその数は僅かであり，落莢率は最高 5.8 %である。落

第17表　落莢調査（10 本当り）

Table 17　Number of fallen pods (per 10 plants).

品種	落莢数	落莢率	落莢内被害莢数
中生光黒	4.0	% 1.6	0.9
晩生光黒	4.8	3.5	1.6
十勝長葉	6.3	1.9	0.5
北見長葉	9.3	2.8	1.0
中生黒大粒	5.7	2.5	0.5
鶴の子	4.6	2.4	0.2
極早生千島	10.0	5.8	0.4
中生裸	2.3	0.5	0.3
十勝裸	3.3	0.5	0.2
長葉裸1号	3.2	1.3	0.3
蘭越1号	15.5	4.5	0.8
白小粒	4.1	0.9	0.3
大谷地2号	6.4	3.2	0.7
霜不知1号	11.8	4.0	0.6
吉岡大粒	6.2	2.9	0.5
タラカケ	3.6	1.6	0.4
赤莢1号	5.1	1.7	0.4
早生黒千石	3.1	0.3	0.3
早生裸	7.3	2.8	0.7
大粒裸	4.3	1.7	0.3

莢の中，潜入痕の認められた莢は更に僅少である。なお，被害莢は比較的大きい莢であつて，結莢後間もないような莢には被害はほとんど見られなかつた。大きくなつた莢が虫害のみの原因で落莢するとは考えられぬことであるが，今仮に落莢がすべて虫害によるとしても，実際の被害の場面においては問題とならないものである。

Ⅳ 摘　　要

マメシンクイガの加害によつて被害粒を生ずる過程を分析することにより，被害粒数の品種間差異に関係する因子を見出し，その意義を明らかにしようとした。供試品種として裸 5 品種を含めて 20 品種を用いた。得られた結果は次の通りである。

(1)　有毛茸品種では大部分の卵は莢に産みつけられ，裸品種ではほとんど全部が莢以外に産卵される。

(2)　有毛茸品種では，「極早生千島」のように蛾の発生期に成熟期に達した莢には産卵しないが，それ以外のものにあつては莢を選択することなく産卵する。

(3)　極端な早生種を除く他の有毛茸品種では，産卵数は産卵時期の莢長総計と高い正の相関関係が存在する。莢長総計は産卵面積の指標と考えられる。

(4)　裸品種では，莢は産卵場所とならない。従つて産卵し得る面積は小となり，産卵数も少ない。

(5)　潜入痕数も潜入時期の莢長総計と正の相関々係が存在する。この莢長総計は潜入面積の指標と考える。

(6)　裸品種の潜入率が有毛茸品種のそれより高いのは，潜入面積に比して産卵面積が小なることによる。

(7)　潜入痕数と生存幼虫数及び被害粒数との間には高い正の相関々係が存在する。当然のことながら，生存幼虫数と被害粒数との間にも高い正の相関々係が存在する。

(8)　不稔粒率は各品種とも潜入痕数の多い莢程低くなり，その結果被害莢の不稔粒率は無被害莢のそれより低い。このことは虫害による不稔粒よりも生理的不稔粒が不稔粒数を左右していることを示唆していると考える。

(9)　虫害により落莢するとしても，全落莢数の非常に僅かなことより考えて問題とするに足りない。

(10)　結論として，被害粒数の品種間差異は潜入最盛時期の莢長総計の品種間差異が大きく関与するということができる。

参考文献

1 KUWAYAMA, S. (1928): Notes on *Laspeyresia glycinivorella* MATSUMURA, the soy bean pod-borer. 〔Jour. Coll. Agr. Hokkaido Imp. Univ. XIX (5), 261〜282〕

2 桑山　覚 (1942):　大豆害虫キタバコガとマメシンクイガに就て〔北海道庁経済部食糧増産技術研究会資料，第 5 輯，1〜9〕

3 西島　浩・黒沢　強 (1953):　マメシンクイガによる大豆被害粒率の品種間差異に影響する諸要因に就て〔北海道農試彙報，第 65 号，42〜51〕

4 岡田一次 (1938):　満洲産ダイヅシンクイガの産卵と莢の大小との関係〔農業及園芸，13 (4)，973〜978〕

5 岡田一次 (1940):　ダイヅシンクイガの産卵習性特に大豆品種との関係に就て〔公主嶺農試時報，第 32 号，93〜105〕

6 岡田一次 (1948):　ダイヅシンクイガに関する研究〔寒地農学，2 (3)，193〜239〕

7 湯浅啓温 (1952):　稲稈蠅に対する稲の耐虫性に関する研究〔農技研報告，C，第 1 号，257〜279〕

Résumé

In the course of their studies on the resistance of soy bean to attack by the soy bean pod borer (*Grapholitha glycinivorella* MATSUMURA), the authors undertook to ascertain the factors affecting the varietal differences of the number of infested seeds by analysing the process of infestation. Experiments were conducted in 1952 and 1953 at the Hokkaido National Agricultural Experiment Station, using 20 soy bean varieties. The results obtained are summarized in the following lines.

(1) In the pubescent varieties, the eggs

of the pod borer were mostly laid on pods, while in the glabrous ones a greater proportion of eggs were laid on stipule.

(2) In the pubescent varieties, there was no selection of pods in oviposition in respect to size except regarding early matured ones.

(3) In the pubescent varieties except extreme early varieties, there was distinct positive correlation between the number of eggs laid and the total length of pods at the oviposition period. It can be said that the total length of pods is an index of the area for egg deposition.

(4) As stated above, glabrous pods are not the place for egg deposition. Correspondingly, glabrous varieties have smaller area for egg deposition, and a smaller number of eggs laid.

(5) Between all varieties tested, there is distinct positive correlation between the number of entrance holes on pods and total length of pods at the penetrating period. It can be said that the total length of pods is an index of the area for penetrating.

(6) It is due to the smaller area for egg deposition as compared with the area for penetration that glabrous varieties show higher percentage of penetration than pubescent ones.

(7) There is a distinct positive correlation between the number of entrance holes and the number of survived larvae in pods or the number of infested seeds. Naturally, it follows that there is distinct positive correlation between the number of survived larvae and the number of infested seeds.

(8) As the number of entrance holes per pod increases, so the ratio of immature seeds becomes low in varieties tested. Consequently, the ratio of immature seeds in infested pods is lower than that in uninfested pods. This fact suggests that the number of immature seeds is influenced by physiological reasons rather than by insect attack.

(9) In view of the small percentage of total fallen pods, it is negligible that the fallen pods as caused by insect attack affect the varietal differences of injury.

(10) It is concluded that at least with the varieties tested the varietal differences of infested seeds by the soy bean pod borer is correlated with the differences of the total length of pods at the peak of penetration.

馬鈴薯疫病抵抗性の細胞生理學的研究
I. 疫病菌侵入初期の馬鈴薯葉中肋表皮細胞の變化

富　山　宏　平*

CYTOLOGICAL STUDIES OF RESISTANCE OF POTATO PLANTS TO *PHYTOPHTHORA INFESTANS*.
I. THE PROCESSES OF ALTERATION IN THE HOST CELL PRODUCED BY INVASION OF PARASITE

By Kohei TOMIYAMA

馬鈴薯における疫病抵抗性の検定法，抵抗性品種育成法などの合理化，あるいは耕種法の改善のために，疫病抵抗性の性質をもつと詳細に知ることが望ましい。ここに報告するものはその研究の一環として行つたものである。

最近における作物病害抵抗性研究の中心的問題の一つとして細胞の褐変がある。この褐変現象についてはいろいろな作物の病害で多くの優れた研究がある。疫病についても MÜLLER (1930)，堀 (1935～'36)，MEYER (1940)，MÜLLER & MEYER (1941)，MÜLLER & BEHR (1949) などが疫病菌侵入状況の細胞観察を行い，疫病に対する馬鈴薯の抵抗性が常に被侵入細胞の速やかな褐変を伴なうことを明らかにし，罹病性の場合には疫病菌の侵入した細胞が直ちに死ぬことなく，菌と寄主細胞の間には数日にわたつて共生関係が成立することを明らかにした。また MEYER (1940)，山本 (1952)，山本・達山 (1954) は疫病罹病組織の組織化学的検索を試みた。しかし，これまでの研究ではこの褐変に至る以前の経過が十分明らかでなく，また疫病菌侵入初期における菌と寄主細胞の相互関係も明らかでない。しかも実際に罹病性になるか抵抗性になるかはこの初期の経過で決定されるように考えられる。この研究ではこれを知ることを目的とした。

この稿を草するに当り，疫病抗抵性の綜合的な研究を企画され，且つ御指導を賜わつた北海道農業試驗場長栃内吉彦博士，同病理昆虫部長田中一郎技官，及びしばしば御協力をいただいた作物病害抗抵性研究室の諸氏，また細胞観察技術につき御教示をいただいた北大低温科学研究所朝比奈助教授に対し衷心より感謝の意を表する。

* 病理昆虫部病害抵抗性研究室

1. 疫病菌侵入初期細胞變化の生體觀察

a) 實驗法

接種には次のものを用いた。すなわち抵抗性品種としては野生種 *Solanum demissum* 及び栽培種 *S. tuberosum* の種間雑種，「ケネベック」及び「41089-8」を用いた。また罹病性品種としては *S. tuberosum* に属する「男爵薯」及び「馬鈴薯農林1号」を用いた。これらの地上部の若葉（頂端から 2～3 番目の複葉の先端葉を除いた葉）の中肋裏面表皮に接種した。これらの部位は表層をはぎとつて表面より生体観察をするのに便利であり，且つ疫病菌の侵入が容易で多数の例を観察することができる。しかし次のような欠点を見逃すことができない。

1) 表面の観察を行うために表層細胞の変化だけより観察できない。疫病菌は組織内細胞間隙に蔓延し吸器を細胞内に入れるが，そのような状態は観察できない。

2) 若葉では罹病性品種でも侵入後の褐変が多い（堀，1935～'6)。

しかし本研究の目的はさきに述べたように，抵抗性品種における侵入初期の変化を調べようとするものであるから，これらの欠点は別に研究の障

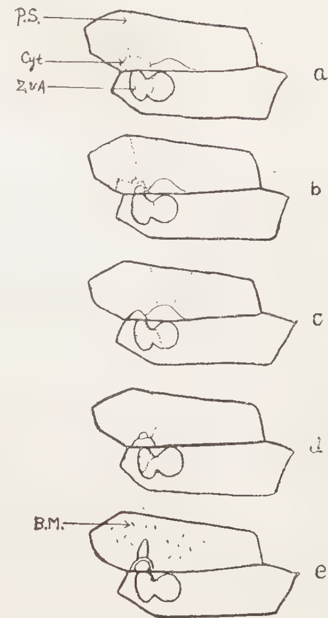
害にはならないと思われる。

この中肋表皮上に脱脂綿を置き，その上に菌液を滴下してシャーレ内の湿室に置き 20°C に保つた。一定時間後この表皮を剃刀で剝ぎとり観察した。この場合薄いガラスの細長片を枕として，その上にカバーグラスを置いた。また種々の細胞変化の間の関係を明らかにするために被侵入組織を顕微鏡下に静置し，その時間的変化を観察した。この場合組織片はファンティンガムセルに懸滴培養とした。ある場合にはこの液を 30 分毎に更新した。この液としては井水を用いた。これらの連続観察はなるべく 20°C を保たしめて行つた。寄主細胞の生死の鑑別には中性赤による染色及び原形質分離法を用いた。

接種用の菌としては当場の試験圃場産の疫病菌を「男爵薯」または「馬鈴薯農林 1 号」の塊茎切断面上に継代培養したものを用いた。これを接種後 4〜6 日後に針で胞子をとり，井水に入れ約 12°C に保ち，遊走子が泳ぎ出してから用いた。

b）観察結果

菌が侵入を開始する時期，すなわちまだ細胞内に侵入絲が見えない時期の最も特徴ある現象は，その貫穿部位に対する核の移行である。馬鈴薯塊茎細胞内に侵入した吸器と核の近接についてはすでに Meyer (1940) が報告している。この吸器と核の近接については 2 説がある。すなわち吸器が栄養を求めて核に近づくという見方と，寄主の抵抗反応として核が吸器に近づくという見方である (Gäumann, 1950; Lilly & Barnett, 1951)。*Piricularia Oryzae* をこの同じ馬鈴薯若葉の中肋表皮に接種すると，菌絲の侵入が見られず，細胞内容の変化もほとんど見られないにかかわらず，この附着器の直下乃至極く近傍に核が近接しているのが見られる。このことから考えるとこの核の近接は寄主細胞の反応と考えるべきであろう。この疫病菌及びいもち病菌の貫穿（あるいは附着）に対する核の近接は疫病抵抗性馬鈴薯品種でも罹病性品種でもともに見られる。既に疫病菌が侵入して変化を起した細胞の周辺細胞では細胞内容には他の形態的変化はほとんど認められないにかかわらず，数層の細胞に亘つて核が，変化細胞に最も近い側によつているのが認められる。表皮貫穿

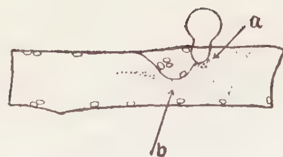


第 1 圖 *P. infestans* 侵入初期の「ケネベック」中肋表皮細胞原形質の変化

a. 接種後 5 時間 30 分，b. 同 6 時間 5 分
c. 同 6 時間 40 分，d. 同 7 時間 30 分
e. 同 9 時間 56 分 B. M. ブラウン運動小体
P. S. Protoplasmic strand, Cyt. 細胞質
Z&A. 定着遊走子及び附着器

Fig. 1 Protoplasmic reactions of the midrib cells of the variety Kennebec to the infection of *Phytophthora infestans.*

時における核の位置は，必ずしも固定されているものではなく，その貫穿部を中心としてゆるやかに（ただ顕微鏡で見ると気のつかない程度の速度で）移動していると認められる場合が多い。この核の位置の他に，細胞の角度によつて，この貫穿部位に核とともに Cytoplasm が厚く集つているのを観察できることがある。第 1 図にこの 1 例を示した。この例は「ケネベック」の場合であるが，この附着部の Cytoplasm はしばらく観察していてもその動きが判らないが，ある時間をおいて観ると，常に形が変り，緩慢に動いていると認められる。またこの部位を中心に特に Protoplasmic strand が多く現われたり消えたり，位置を変えたりする。そして原形質流動が見られる。この図の場合肥厚原形質部は観察開始後約 1 時間で固定したやや光つた固い感じのする突起状のものになり，それから約 40分でその先から菌絲の先が見え



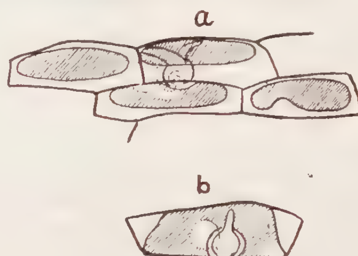
第2圖　疫病菌侵入時の「男爵薯」若葉中肋表皮細胞の原形質流動
a. 固定顆粒　b. 流動顆粒

Fig. 2　Protoplasmic streaming in the midrib cells of the variety Irish Cobbler infected by *Phytophthora infestans.*

始めた。第2図に「男爵薯」で見られた他の1例を示した。この場合貫穿部に近接した核の附近に活潑な原形質流動が見られるが，附着器の直下にある微小顆粒は動くことなく，その小部分の原形質は固定しているように見えた。これら2例は共通な点を示すように思われる。これらの現象はすべて貫穿初期に，貫穿部附近の原形質に著しい動きが起ることを示している。この動きは生体反応（富山・高瀬・酒井・高桑，1954）のエネルギーに対応するものと思われ，今後詳細な検討を要する。

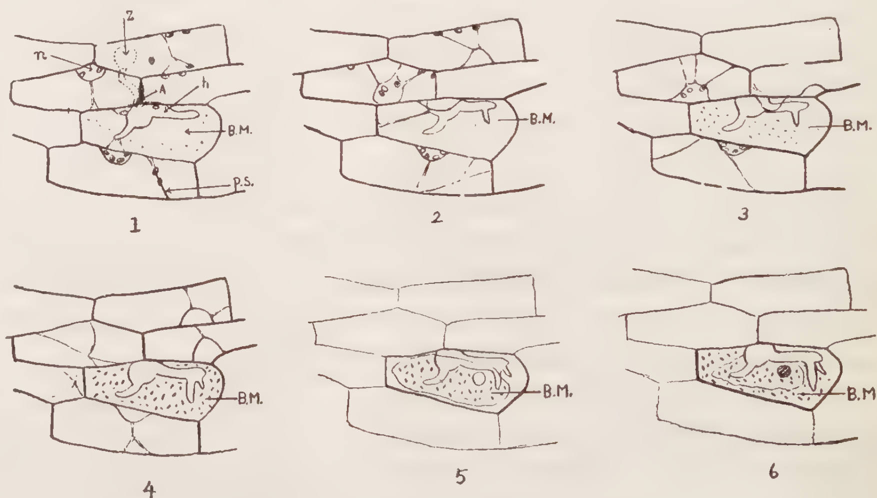
附着器が細胞内に移行する以前にこの附着部附近の膜が橙色を呈する場合が多い。この最も早い時期の膜の変色は必ずしも抵抗性品種に限らず，罹病性品種でも見られる。甚だしい場合にはこの膜変色部の下部に橙色物質が凝集し，そのまま菌絲が侵入しない場合がある。しかし通常は細胞内に附着器の内容が寄主細胞内に移行して球状侵入菌絲をつくる。

この球状侵入菌絲が細胞内に入つた時期には通常抵抗性，罹病性品種ともにほとんど細胞内容は変色を見ず，核の侵入菌絲に対する接近以外には甚だしい異常を認めない。この時期に中性赤で生体染色すると，被侵入細胞は染色し，蔗糖液で原形質分離すると，この球状菌絲を原形質の外に残して分離する。第3図にその状況を図示した。「男爵薯」では凸形原形質分離で,「ケネベック」では長い間,凹形原形質分離を続けることは興味がある。これらの現象から，侵入菌絲の球状部分は直接液胞に接しているのではなく，原形質に接触していると考えなければなら



第3圖　疫病菌侵入時における寄主細胞の原形質分離（中性赤生体染色，蔗糖液原形質分離）
a.「男爵薯」　b.「ケネベック」

Fig. 3　Plasmolysis of the midrib epidermis cells of the variety Irish Cobbler (a) and Kennebec (b) infected by *Phytophthora infestans* with sucrose solution. (Stained with neutral red)



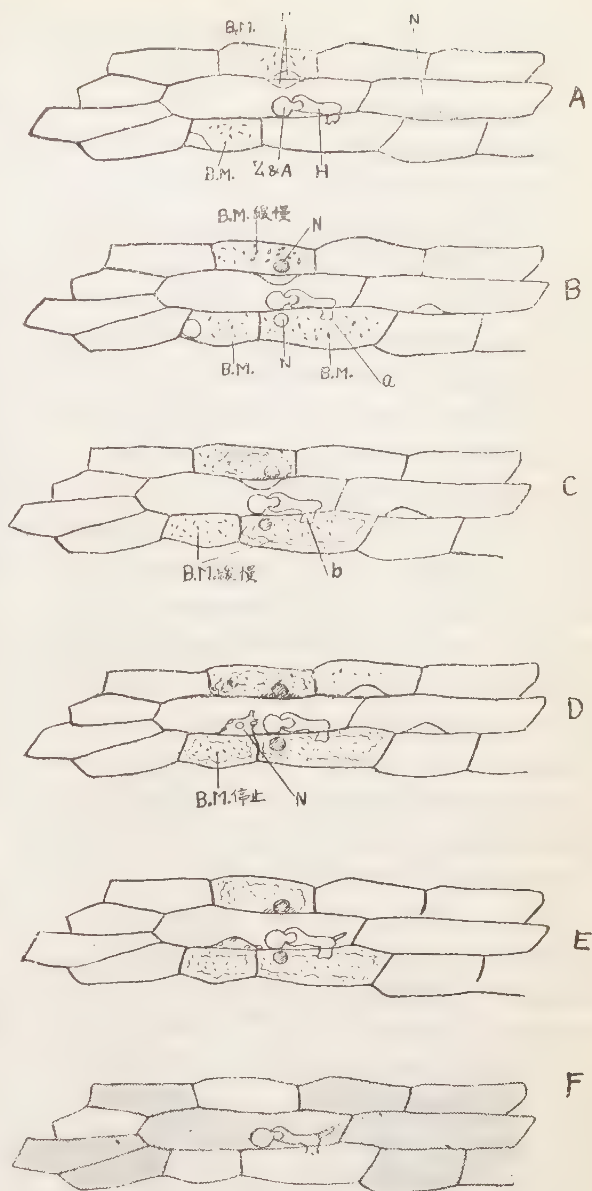
第4圖　「41089-8」品種の葉の中肋表皮細胞における疫病菌侵入時の変化
1. 接種後4時間30分，2. 同5時間，3. 同5時間27分，4. 同6時間
5. 同7時間，6. 同10時間
21時間後には当細胞は B.M. 運動停止，周辺細胞原形質分離能力あり，Z：遊走子，
A：附着器，H：侵入菌糸，n：核，P.S.：Plasmastrang, B.M. ブラウン運動

Fig. 4　The process of alteration in the midrib cells of variety 41089-8 produced by invasion of parasite.

ない。この球状侵入絲から先へ延びた糸状菌絲が直接液胞内容に接触しているかどうかは不明であるが，この菌絲の表面から寄主の細胞質の他部分へ Protoplasmic strand が液胞を貫ぬいて走つているのを見ることがある（第4図）。以上のべたように罹病性，抵抗性品種ともに侵入初期には著しい細胞内容の変化を示さないが，しかし特に抵抗性品種では，稀にもつと初期に細胞質全体が黄変収縮して貫穿部位に集まり，以後の菌の侵入を阻止することがある。そして細胞のこの収縮部分以外の部分が空虚なことが原形質分離で証明される。球状侵入菌絲の時期，あるいはその先へ糸状菌糸が延びた時期（第3図のbのような状態）と前後して，寄主細胞の内容の顕著な異常が起り始める。この異常は品種によつて異なるので，品種別に述べる。

罹病性品種「男爵薯」,「馬鈴薯農林1号」ではある被侵入細胞は褐変し，ある細胞は褐変することなく，いつまでも正常な状態を示し，中性赤で生体染色し，原形質分離能をもつ。褐変に向う細胞では，初め貫穿部位の膜が黄変し，やがてその色が濃くなり同時に菌糸の存在部の対応部の膜が変色し次第にその色と範囲を拡大し，細胞内に顆粒が現われてブラウン運動を始める。ついにはその細胞の膜は完全に全周にわたつて厚く褐変する。内容のブラウン運動は停止するが，内容そのものは比較的後期まであまり著しい褐変はしない。この細胞内のブラウン運動顆粒体の数は，後に述べる抵抗性品種の場合に較べると割に少ない。またブラウン運動をする顆粒体の中には屢々やや大型の結晶様物質を交える。このような状態になる場合には侵入菌はその発育を阻止される。

強抵抗性品種「41089-8」では通常は球状侵入菌絲が寄主細胞内に形成された時期乃至それより少し糸状菌絲を延ばした時期頃から，細胞内に微小な多数の顆粒が現われる。同時に細胞質糸が菌糸の附近に現われたり，消えたりする。また時にその位置をかえ，原形質流動が見られる。核は正常な形を示している。やがて顆粒は次第にその大きさを増して激しいブラウン運動をする。この顆粒は短桿状が多いが球形のもの



第5圖 *Phytophthora infestans* の侵入時における Kennebec 中肋表細胞及びその隣接細胞の変化の連続観察（非過敏感細胞に侵入した場合）

A. 接種後7時間，H：侵入菌糸，Z&A：固着遊走子及び附着器，N：核，B.M. ブラウン運動顆粒

B. 接種後7時間25分，a：侵入菌糸のこの部分のみ輪かく鮮明になつた。

C. 接種後8時間，2細胞で cytoplasm が膜から遊離，b：この部分のみ輪かく異常

D. 接種後9時間10分，核の移動に注意

E. 接種後9時間50分

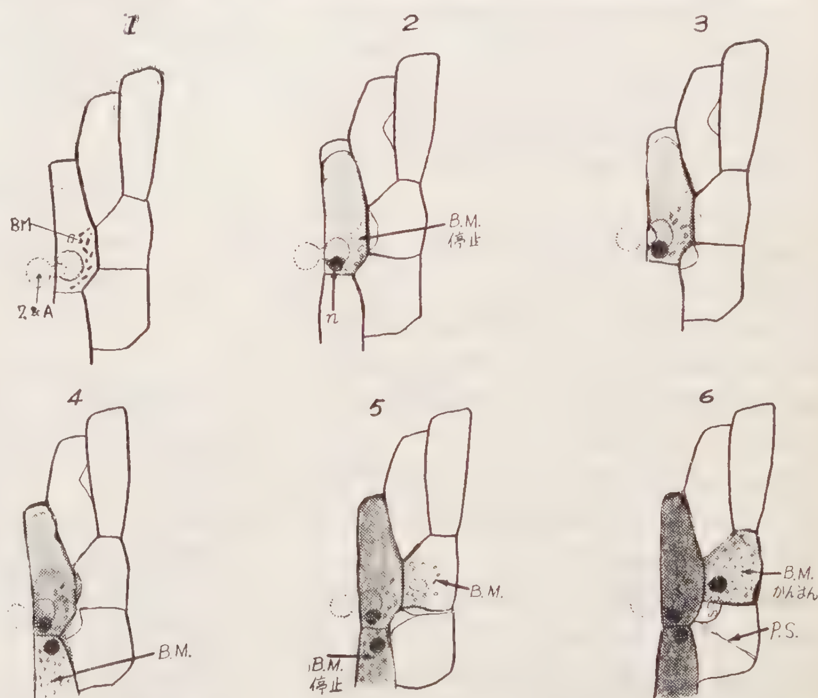
F. 接種後10時間10分，neutral red による染色，被侵入細胞の染色はややうすい。無色の細胞は無染色を示し，細胞が死んでいることを示す。

Fig. 5 The reaction of midrib cells of variety Kennebec to an infection by *Phytophthora infestans*.

もまた時に結晶様のものもある。また初め少数の顆粒が現われ，後数を増して激しいブラウン運動をすることもある。

この時期にはなお中性赤で生体染色し，また蔗糖液で原形質分離が起る。しかしこの時期においては細胞は破壊し易く 0.5 M では分離しないで壊れる場合が多いようで，0.3 M 程度の濃度で実験した方が良い。このブラウン運動が激しく続いているうちに突然膜壁に半月型を呈していた核が膜を離れ，収縮して小さな円形となり，やがて急速に黄変し，橙色に移行する。この時期には中性赤生体染色能力も原形質分離能もないようである。核の変色に少しおくれて細胞内容も見ている間に黄変する。同じ状態がしばらく続くうちにやがて原形質膜が細胞膜を離れる。初めはブラウン運動顆粒はこの遊離した原形質膜内で運動を続けるが，しばらくするとこの顆粒は原形質膜の外に出て，細胞膜と原形質膜の間にも充満して全細胞内でブラウン運動を続けるようになる。これらの過程の1例を第4図及び第6図に示した。このような検鏡用切片の連続観察では通常，これ以上の褐変現象の進展を示さない。ブラウン運動の停止すら起らない場合が多い。しかし次の項で述べるように，接種後時間を追つて切片として観察した所見によれば，この変色細胞内のブラウン運動はやがで緩慢となり色は橙色になり，ついにブラウン運動は停止し，ますます色は濃化し，ついに黒色に近い褐変に到達する。検鏡用切片連続観察における，褐変進行の停止は，組織片をファンティンガムセルで懸滴培養して，懸滴水を 30 分毎に更新しても同様である。

中間抵抗性品種　「ケネベック」の場合にはあたかも罹病性品種に似た反応を示す細胞と抵抗性品種の反応を示す細胞がモザイック状に並ぶように見える。即ち第5図に示すように被侵入細胞が全く異常な徴候を見せないうちに，その周囲の細胞の幾つかが激しいブラウン運動顆粒を生じ，やがて黄変し，褐変する場合が多い。そして被侵入細胞はずつと後でその過程をとる。この場合中性赤で生体染色すると，周囲の数細胞は染色しないが，その真中にある被侵入細胞は生体染色し，原形質分離が可能である。また核の位置のゆるやかな移動（短時間の観察では識別できないが）を認めることもある。これに反して被侵入細胞が最も著しい害を受けている場合も多い。このような両方の場合が同一切片に共存することが認められる。このような二つの場合があることを説明するには，過敏感細胞と非過敏感細胞が同一切片上にモザイ



第6圖　疫病菌の侵入時における 41089-8 の中肋表皮細胞の変化
1. 接種後 4 時間 5 分，2. 同 4 時間 40 分，3. 同 4 時間 50 分
4. 同 5 時間 10 分，5. 同 5 時間 30 分，6. 同 6 時間 5 分
B.M. ブラウン運動，Z. 遊走子，A. 附着器，n. 核，P.S. 原形質糸

Fig. 6　The process of alteration in the midrib cells of variety 41089-8 produced by invasion of *Phytophthora infestans*.

ック状に分布すると考えるのが最も説明し易い。「ケネベック」の場合このような二つのケースがどの位の比率で起るかを第1表に示した。即ち被侵入細胞がかえつて周囲の細胞より害が少ない場合が約31％，周囲の細胞より被侵入細胞の害が大きい場合が約66％であつた。

第1表「ケネベック」中肋表皮細胞における被侵入細胞とその隣接細胞の障害速度の比較

Table 1 Relation between the degeneration rates of the cells infected by *Phytophthora infestans* and its neighboring cells (non-invasion) in the midrib of variety Kennebec.

実験番号	被侵入細胞が隣接細胞より速やかに変化する場合	隣接細胞が被侵入細胞より速やかに変化する場合	菌が2細胞の中間に入り1側の細胞だけが変化する場合	被侵入細胞と隣接細胞が同程度に変化する場合
1	4	2	1	0
2	15	9	1	1
3	3	9	1	0
4	12	1	0	0
5	6	6	0	1
6	33	8	0	0
7	21	5	0	0
8	11	4	0	1
9	5	7	0	0
観察数	110	51	3	3
観察総数に対する％	65.8	30.5	1.7	1.7

このように被侵入細胞の方がかえつて隣接細胞より害が少ないように見える場合は「41089-8」でも時に見られるが，非常に少ない。種間雑種の抵抗性には多くの段階があるが，その種々の強さの段階が組織内の過敏感細胞の分布の比率で決定され得る場合もあるという事実は注目すべきものと考えられる。

2. 疫病菌侵入初期細胞變化の時間的經過

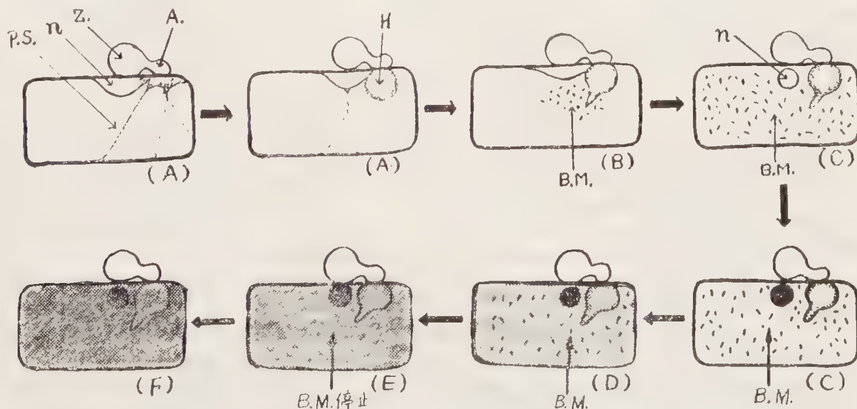
前項で述べた連続生体観察は前述せるごとく，屢々正常とは異なつた状態を示す。故に接種後一定時間毎に表皮をはぎとつて変化を記載し，それらの結果を統計的にとりまとめて前項の結果と合わせて，一つの連続的な映像をまとめ上げる必要がある。

a）實驗法

前項とほとんど同じである。即ち剃刀ではぎとつた切片をスライドグラスの上に置き，水道水でマウントし，硝子細長片を枕としてカバーグラスをかけた。観察は通常は30分以内で完了するようにした。この程度の時間内では多くの細胞について記載できず，従つて接種回数を多くせざるを得なかつた。また切片にする場合に操作悪く異常を呈した切片はつとめて除き，正常と思われる切片のみを用いた。

b）觀察結果

前項で述べたように病原菌侵入後の寄主細胞の変化は多様であつて必ずしも一率ではない。これら多様な型式を代表的な変化の型に類別して，そ



第7圖 疫病菌侵入時における馬鈴薯抵抗性品種の細胞変化の模型図

Fig. 7 Diagram of degeneration process in the cells of highly resistant potato variety infected by *Phytophthora infestans.*

の各型が時間的にどのように分布するかを見た。第7図にこのような代表的な型を模型的に示した。この模型図では膜の変色を除いたが，前項で述べたように，病原菌が侵入し始めると屢々貫穿部を中心として膜が変色する。これより進んだ状態ではこの細胞の他の部分の膜も変色する。ついには細胞の全周の膜が変色し，やがて細胞内も褐変する。「馬鈴薯農林1号」では主としてこの経過をとるが，強抵抗性品種では必ずしもこの経過をとらず，膜の変色と同時に細胞内容も変色する場合も多い。第2表はこの傾向を示している。即ち「馬鈴薯農林1号」では抵抗性品種に較べ，細胞内容は変色せず膜のみが褐変せるものが多い。抵抗性品種「41089–8」では接種後10時間目には既にほとんど膜だけが変色して，細胞内容が変色していない例はない。中間抵抗性品種「ケネベック」では接種後21〜22時間でなお相当数の細胞内容無変色で膜のみ変色している例があり，また膜すら変色していないものがある。これは既に述べたように過敏感細胞と非過敏感細胞がモザイック状に並ぶ「ケネベック」の特性によると思われる。次に抵抗性品種で侵入後どの位の時間で細胞の変色が起るかを正確に測定することは極めて困難である。即ち貫穿の時間を測定することが困難

第2表 疫病菌侵入時における馬鈴薯葉中肋表皮細胞の膜変色の時間的経過

Table 2 The processes of browning of cell walls caused by the infection of *Phytophthora infestans.*

41089.8号

接種後時間		3〜5	6〜7	8〜9	10〜1.	[illegible]
観測総数		95	43	53	02	[illegible]
細胞内無変色 B.M.顆粒なし	C.W.無変色	—	—			
	C.W.貫穿部変色		—	—		
	C.W.広く変色					
細胞内無変色 B.M.顆粒少数	C.W.無変色	—	—			
	C.W.貫穿部変色	—	—	—		
	C.W.広く変色					
細胞内無変色 B.M.顆粒多数	C.W.無変色	—	—			
	C.W.貫穿部変色	·	—	·		
	C.W.広く変色	—	—	—	·	
細胞内黄橙〜褐色		—	—	—	—	—

Kennebec.

接種後時間		3〜4	5〜6	7〜8	9〜10	21〜22
観測総数		45	45	58	32	36
細胞内無変色 B.M.顆粒なし	C.W.無変色	—	—	·		C.W.無変色 —
	C.W.貫穿部変色	—				C.W.貫穿部変色 —
	C.W.広く変色			·		C.W.広く変色 —
細胞内無変色 B.M.顆粒あり	C.W.無変色	—	—	—	—	
	C.W.貫穿部変色	—	—	—	—	
	C.W.広く変色	—		—	—	
細胞内黄橙〜褐色		—	—	—	—	—

馬鈴薯農林1号

接種後時間		3〜4	5〜6	7〜8	9〜10	23〜26
観測総数		10	24	19	14	11
細胞内無変色 B.M.顆粒なし	C.W.無変色	—	—	—		
	C.W.貫穿部変色	—	—	—	—	
	C.W.広く変色	—	—	—	—	—
細胞内無変色 B.M.顆粒あり	C.W.無変色	—				
	C.W.貫穿部変色		—	—	—	—
	C.W.広く変色		—	—		
細胞内黄橙色〜褐色		—	—	—	—	—

100%の長さ ————

註 1) B.M.：ブラウン運動

2) C.W.：細 胞 膜

3) 各品種の各時間の観測総数を100とし，それに対する%を棒の長さで示した。

であるからである。MÜLLER (1931) によれば中肋表皮細胞では接種後 30 分～2 時間で貫穿が起るとしている。「41089-8」及び「ケネベック」では既に 3 時間で細胞内容が褐変し，ブラウン運動顆粒が停止している例が相等に認められる(第 3, 4 表)。この点から考えると，侵入後少なくも 2 時間以内に細胞が褐変化（ブラウン運動の停止）し得ることが考えられる。この時間はもつと短かいことが推定されるが，現在ではそれを決定できない。おおよそ 2 時間以内で細胞は褐変しブラウン運動も停止するに至るが，その後時間の経過につれて，その変色は濃化し，20 時間以後になると黒色に近いまでになる。第 4 表で「ケネベック」の場合に 21～22 時間後に黒褐色としていないのは，前述せる過敏感細胞のモザイック状分布により，黒褐色細胞と褐色細胞が混合して存するためである。

第 3，4 表から侵入した菌絲の伸長程度と細胞変化の関係を知ることができる。即ち抵抗性品種では大部分のものが球状侵入菌絲またはそれが少し延びた状態で褐変していることが分る。また球状侵入菌絲に至る前の侵入初期の状態で褐変して

第 3 表 疫病菌侵入時における「41089-8」品種の葉の中肋表皮細胞，細胞内容変化の時間的経過

Table 3 The process of protoplasmic degeneration in midrib cells of variety 41089-8.

接種後時間		3～5	6～7	8～9	10～12	21～25
観察総数		95	43	53	102	64
A 細胞内無変色 B.M 顆粒なし	a	-	-	—		
	b	—	—			
	c	—	—			
	d				-	
B 細胞内無変色 B.M. 顆粒少数	a		—	-		
	b	—	—	-		
	c	-				
	d			—		
C 細胞内無変色 B.M. 顆粒多数	a					
	b	—	—	—	·	
	c	—	—			
	d					
D 細胞内黄～橙色 B.M. 顆粒あり	a			·		
	b	-	—	-	-	
	c	·	—		·	
	d					
E 細胞内橙～褐色 B.M. 運動停止	a	-	-	-		
	b	—	—	—	—	
	c	-	-	-	—	
	d			—	—	
F 細胞内黒褐色 B.M 運動停止	a					
	b					—
	c					—
	d					— ·

100 % の長さ ————————

註 1) a：附着器形成，貫穿初期または貫穿開始前（細胞縫合部を通過して直下へ行くものを含む可能性がある）

b：球状侵入菌絲またはそれより突起状に僅かに菌絲が延び出した状態

c：上の状態より一層延びたもの（但し当該細胞内のみが普通で，通常細胞の ⅛～⅔ 程度延びて殆ど分岐しない）

d：侵入程度不明なもの

2) 棒は第 2 表に準ずる。

第4表 疫病菌侵入時における「ケネベック」品種の葉の中肋表皮細胞，細胞内容変化の時間的経過

Table 4. The process of degeneration in midrib cells of variety Kennebec.

接種後時間		3～4	5～6	7～8	9～10	21～22
観察総数		45	45	58	32	36
A 細胞内無変色 B.M 顆粒なし	a	—				
	b	—	—	—	—	
	c	—		—		
	d					
B 細胞内無変色 B.M. 顆粒少数	a	—		—	—	a —
	b	—	—	—	—	b —
	c	—	—	-	—	c —
	d			—		d
C 細胞内無変色 B.M. 顆粒多数	a	—	—	—		
	b		—	—	—	
	c		—	—	—	
	d					
D 細胞内黄橙色 B.M 顆粒あり	a			-		—
	b		—	-		
	c			-	—	
	d		—	-	—	
E 細胞内橙褐色 B.M. 運動停止	a	—	—		—	-
	b	—	—	-	—	
	c			-		—
	d	—	—	—	—	—
F 隣接渦的な細胞（無侵入細胞）の黄・褐変	a	—		—	—	—
	b	—	—	—	—	—
	c	-	—	—	—	—
	d			—	—	—
100 % の長さ		—				

註　第3表に準ずる。

いる場合もある。菌絲伸長程度不明なものもあるが，少なくも「41089–8」ではその数が少なく，この結論に影響を与えることはないであろう。この不明な場合は細胞内容褐変によるかまたは菌絲の形状変化によるものであろう。

3. 摘　　要

1. 馬鈴薯の若い複葉の先端葉の中肋表皮細胞に対する疫病菌の侵入状況並びに被侵害細胞の変化を生体連続観察及び一定時間毎に作製した切片生体標本の観察によつて調べた。

2. 寄主細胞の各変化における生死の鑑別は蔗糖液による原形質分離，及び中性赤による生体染色によつた。

3. 罹病性品種，抵抗性品種ともに附着器が細胞膜表面に接着した後真先に起る現象は寄主細胞核の接着部位（または貫穿部位）に対する集合である。既に侵入した細胞では，その周囲の細胞は数層にわたつてその核が被侵入細胞の側に近接する。

4. 附着器が寄主細胞表面に接着すると屢々その貫穿部位を中心として膜の変色が起り，やがて菌が侵入するとそれに対応する反対部位の膜も変色し，遂には全細胞膜が変色するに至る。罹病性品種「馬鈴薯農林1号」ではこのようになつてもなお細胞内容は変色していない場合が多いが，抵抗性品種では膜の変色の初期に既に内容が褐変し，あるいは膜と同時に内容も変色する場合が多い。

5. また罹病性品種，抵抗性品種ともに菌が貫穿を始めると，その位置に細胞質の厚くなるのが屢々見られ，またその附近に原形質絲（原形質流動）が多く見られるようになる。

6. 強抵抗性品種でも，附着器内容が寄主細胞内にほとんど全部移行し球状侵入菌糸を作つた後しばらくは，細胞内容に上記以外の異常が見られない場合が多いが，やがてその附近に微細な顆粒が現われ盛んにブラウン運動をするが，その顆粒は時間の経過につれて大きくなつたり，数が多くなる場合が多い。やがて半月形で膜壁についていた核はすつと膜から離れて球形になり小さくなる。そして黄化する。少し遅れて細胞内容も黄化しやがて橙色になると共にブラウン運動は緩慢となり，ついに停止する。この時期までの経過時間は少なくも貫穿後2時間以内と思われる。その後時間の経過と共に，ますます色は濃化し，約20時間後には黒色に近くなる。細胞は顆粒が盛んにブラウン運動している状態で，核が正常な時期には生体染色能と原形質分離能をもち，核が膜から遊離して小球状となり（収縮して）黄変する時期を境としてそれらの能力を失う。

7. 中間抵抗性品種「ケネベック」では強抵抗性品種「41089-8」と同様な径路をたどる場合も多い（約60％）が，被侵入細胞がほとんどまだ変化を起さないうちに隣接細胞が変化を起し速かに褐変して行く場合が相当にある（約30％）。これらの現象は「ケネベック」で過敏感細胞と非過敏感細胞がモザイク状に分布すると考えると説明し易い。

8. 抵抗性品種における細胞褐変現象は菌の貫穿初期にも見られるが，最も普通に起るのは球状侵入菌絲を見る時期またはそれよりその当該細胞内で若干菌絲をのばした時期である。また罹病性，抵抗性品種ともに貫穿初期に，貫穿部の直下に小さな褐色物質ができて，それ以上の侵入をとどめるように認められる場合がある。

引用文献

1. Gäumann, E., 1950: Principles of plant infection. Hafner Publ. Co. New York.
2. 堀 正侃，1935～'6: 馬鈴薯疫病と其の抵抗性植物との関係に就いての研究，日・植・病・報，5, 225-244.
3. Lilly, V. G. and H. L. Barnett, 1951: Physiology of the fungi. McGraw-Hill Book Co. New York.
4. Meyer, G., 1940: Zellphysiologische und anatomische Untersuchungen über die Reaktion der Kartoffelknolle auf den Angriff der *Phytophthora infestans* bei Sorten verschiedener Resistenz. Arb. aus Biol. Reichsanst. f. Land-und Forstwirtschaft. 23, 97～132.
5. Müller, K. O., 1931: Ueber die Entwicklung von *Phytophthora infestans* auf anfälligen und widerstandsfähigen Kartoffelsorten. Arb. aus d. Biol. Reichsanstalt f. Land-und Forstwirtschaft, 18, 465～505.
6. Müller, K. O. und G. Meyer 1941: Zellphysiologische und anatomische Untersuchungen über die Reaktion der Knollen von resistenten und anfälligen Kartoffelsorten gegenüber *Phytophthora infestans*. Landw. Jahrb. 90, 235～238.
7. Müller, K. O. and Lothar Behr, 1949: 'Mechanism' of *Phytophthora*-resistance of Potatoes. Nature, 163, 498～499.
8. 富山宏平・高瀬 昇・酒井隆太郎・高桑 亮，1954: *Phytophthora infestans* の侵入に対する馬鈴薯塊茎の生体反応について，日・植・病・報，昭 29 大会講要.
9. 山本昌木，1952: 馬鈴薯疫病病斑の組織化学（講要）日・植・病・報，17, 33～34.
10. 山本昌木・達山和紀，1954: 馬鈴薯疫病病斑中の無機成分特に鉄について，科学，24, 88.

Résumé

The present studies were carried out to learn the processes of alteration produced by infection of *Phytophthora infestans* in the living epidermis cell of midrib of young potato leaves just unfolded. For this purpose, microscopical observations were made successively on a living strip of epidermis from inoculated midrib. These sections were made at a given interval from the time of inoculation. These strips were placed between slide glass and cover glass supported with small glass rods, or placed in the hanging drops of van Tieghem's Cell.

In cases of either susceptible or resistant varieties, the nucleus migrates toward the penetrating infection hyphae, and the nuclei of several

uninfected cells migrate toward the infected one that they surround.

In the early stage of penetration, the cytoplasm is often seemingly thickened at the affected part. Active protoplasmic strands and protoplasmic streaming appear around this part.

Even in the case of highly resistant variety 41089–8, (*S. demissum* × *S. tuberosum*) no remarkable abnormality other than these phenomena is observed for some time after the contents of appressoria are emptied into the host cell, and the spherical hyphae (or a little more developed) are formed. Then a number of small granules of rod shape or spherical in brownian motion appear around the hyphae, and gradually increase in number and size. Then the half-moon-shaped nucleus which has been sticking to the side cell wall, begins to shrink, to become round and to become detached from the side wall. Soon the nucleus turns yellowish, and in the meantime discoloration takes place in other parts of the cell, followed by the slowing and stopping of the brownian motion of the granules. The time elapsed from the penetration to this stage seems to be less than 2 hours. In course of time, the color of the cell contents becomes deep brown and finally turns blackish after about 20 hours. It has been shown by means of vital staining with neutral red and plasmolysis that death of the cell occurs the moment the nucleus shrinks. At this time granules are still in an active brownian motion.

In the case of resistant variety Kennebec (less resistant than 41089–8), the same process of degeneration as in 41089–8 was observed in 66 % of the infected cells, while in 31 % of them, the degeneration process is slowed down and no remarkable injury is seen at the time when some of the neighbouring cells showing no hyphal penetration are already discolored. From these observations, it will be presumed that both hypersensitive and non-hypersensitive cells distribute in mosaic pattern in the midrib epidermis of Kennebec.

In many cases, this degeneration process is accompanied with the browning of cell wall. However in the infected midrib epidermis cell of susceptible variety Norin No. 1 (*S. tuberosum*), the whole cell wall and its neighbouring portion occasionally grow brown, while for the time being no discoloration is seen within the cell.

馬鈴薯の疫病抵抗性に關する研究

1. 疫病に對する馬鈴薯品種の反應について

高　瀬　　昇*

STUDIES ON THE RESISTANCE TO LATE BLIGHT IN POTATOES

1. VARIETAL REACTION OF POTATOES TO LATE BLIGHT

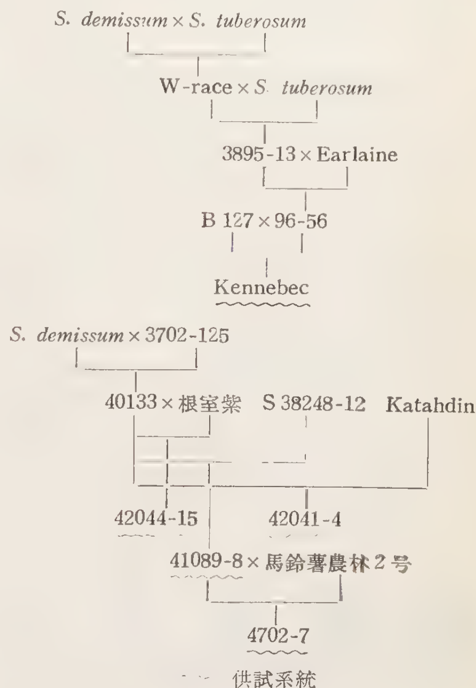
By Noboru TAKASE

従来馬鈴薯疫病抵抗性に大きな品種間差異の存在することは広く認められているが，この原因については熟期の差異による生理的，物理的な違い，草状の違い，又は原形質の反応の違い（過敏感性）等によるものと考えられている。しかして近年馬鈴薯の疫病抵抗性品種育成については，ドイツ，アメリカ，イギリス (BLACK, 1952; MÜLLER, 1950; STEVENSON et al, 1952) 等の諸国では早くから野生種を交配母本に使用して見るべき成果をあげている。飜つて本邦では，田口 (1953) により野生種の因子導入に関する研究が進められてきているが，疫病抵抗性について着目されたのは，比較的最近のことである。本研究は当試験場における馬鈴薯育種の研究室で目下鋭意育成中の種間雑種数系統を含めて，多数品種の疫病抵抗性を調査して，確実且つ容易な抵抗性検定法確立のための一資料をうる目的をもつて，1952 年春から 1953 年春に亘つて行われたものである。

本報告の一部は日本植物病理学会 昭和27年度冬季北海道部会において講演したものである。

1　圃場における抵抗性について

供試品種及び調査方法　北海道千歳郡恵庭村字島松所在の当場作物部普通作物第4研究室より，第2表に掲げた 50 品種（又は系統）の分譲をうけて供試した。これには早生より晩生に至る各品種を選び，又抵抗性因子を育する野生種 *Solanum demissum* と栽培種との種間雑種から育成されている「ケネベック」,「42041-4」,「41089-8」,「42044-15」,「4702-7」の5系統をも含めた。なお，これら系統の系図は第1図の如くであり，いずれも *Solanum demissum* を母として栽培種を交配し，その後栽培種を数回 back cross してえられた系統である。



第1圖　種間雑種の系統図

Fig. 1　Family trees of interspecific hybrids.

植付は 1952 年5月1日慣行法により，1品種 30 個体（3×1.2 尺）行つた。調査は7月中旬から8月上旬にかけて，3回を第1表の基準に従つて行

* 病理昆虫部病害抵抗性研究室

つた。毎回無病から最激までを 6 階級にわけたが表は 8 月 13 日のものをのせた。

結　果　7 月 14 日頃になり試験圃場に疫病の初発が認められ，その後好適な気象条件と相俟つて急速に拡がりはじめた。調査はそれぞれ 7 月 23 日，28 日，8 月 13 日の 3 回行つたが同一品種内での個体変異は少く，判定は割合容易であつた。

第 2 表に示されるように，3 回の調査で全く病斑の認められなかつた品種は「ケネベック」,「529−1」,「41089−8」,「42044−15」,「4702−7」であつたが，

第 1 表　圃場における疫病罹病程度の分類

Table 1　Classification of the degree of infection in the field. (Aug. 13)

階級値	罹　病　程　度	例
0	病斑なし	ケネベック
1	下葉が少し罹病	馬鈴薯農林 1 号
2	中葉以上が残存	北海白，ペポー
3	上葉のみ残存	蘭谷 3 号
4	茎のみ残存	チッペワ
5	全部枯れている	男爵薯，ワーバ

第 2 表　品種の圃場罹病程度

Table 2　Field infection of varieties by late blight.

番号	品　種	疫病罹病程度 7.23	疫病罹病程度 7.28	疫病罹病程度 8.13	枯凋期 (1952)	枯凋期 (平均)	番号	品　種	疫病罹病程度 7.23	疫病罹病程度 7.28	疫病罹病程度 8.13	枯凋期 (1952)	枯凋期 (平均)
1	男爵薯	4	3〜4	5	8.13	8.20	26	島系 187 号	2	2	2	9. 8	× 9.27
2	北海白	2	2	2	9. 3	9.13	27	北海 1 号	4	4	4〜5	8.13	8.20
3	馬鈴薯農林 1 号	1〜2	1〜2	1	9.11	9.24	28	北海 2 号	4〜5	4〜5	5	8.13	8.20
4	ペポー	1〜2	2	2	9. 3	9.28	29	北海 3 号	5	4〜5	4〜5	8.13	8.20
5	ステルケライヘ第 1 号	1〜2	1	1	9. 8	9.30	30	北海 4 号	4	4	5	8.13	8.20
6	美深紅	2	2	1	9.19	△ 10.10	31	北海 5 号	4	4	4	8.16	8.20
7	ワーバ	5	5	5	8.13	8.20	32	529 — 1	0	0	0	9. 3	× 8.30
8	ポウネ	5	4〜5	5	8.13	—	33	本育 393 号	5	5	5	8.13	8.29
9	アーレン	5	5	5	8.13	8.25	34	D — 805	2	3	3	9. 3	9.22
10	紅丸	3	3	2〜3	9. 3	9.25	35	島系 219 号	2	2	3	8.22	× 9.12
11	ケネベック	0	0	0	9.15	× 9.12	36	41089 — 8	0	0	0	▲ 10.17	× 10.21
12	125 — 4	3	3	3	—	—	37	42041 — 4	2〜3	2〜3	1〜2	9.15	× 10.10
13	蘭谷 3 号	3	4	3	8.18	9.18	38	42044 — 15	0	0	0	9.15	× 9.30
14	チッペワ	4〜5	4	4	8.13	9.14	39	デオダラ	3	2	1〜5	9.19	9.11
15	マウンテン	3〜4	4	3	8.20	× 9.14	40	6 0 6	2	2	2	—	—
16	チュノオ	2〜3	2	2	9. 3	9.22	41	6 6 7	2	2	2	—	—
17	セコイア	2	2	1	9.11	—	42	4702 — 7	0	0	0	9.15	—
18	プロフェッサーボルトマン	1〜2	1	0〜1	9.19	9.28	43	根室紫	3〜4	3	3〜4	—	8.30
19	釧路産	2	2	2〜3	9. 3	9.28	44	疫不知	0	0	0〜5	▲ 10.17	△ 11.11
20	マーシャルヒンデンブルグ	2	2	0〜1	9.19	△ 10.11	45	岩手 4 号	3	3	3〜4	8.13	9.12
21	メノミニー	2	2	2	9. 3	× 9.23	46	チャールスダウニング	3〜4	4	4	—	9. 7
22	セバーゴー	2	2	2	9. 3	× 9.23	47	アーリェストオブオール	3	4	4	—	9. 7
23	島系 143 号	1〜2	2	2	9. 8	× 9.17	48	本育 392 号	3	3	2	9. 3	× 9.23
24	島系 161 号	1	0〜5	0〜5	9.30	10.16	49	コンメルゾーニ	1	1	2〜3	9. 3	9.16
25	島系 169 号	1	1	1	9.30	△ 10.20	50	カターデン	3	3	3	8.22	9.12

註　平均枯凋期は島松試験地昭和 19〜25 年の平均。

× 同　昭和 23〜27 年中の 3〜6 年の平均。

△ 霜害等のため年次少きもの。

▲ 枯死せざるうちに収穫。



第2圖　馬鈴薯品種の圃場罹病程度と枯凋期の関係

Fig. 2　Correlation between field infection and maturity.

註　1. 枯凋期は第2表の平均枯凋期を用い次の如く分類した。
1. ～8.31　2. 9.1～9.10　3. 9.11～9.20
4. 9.21～9.30　5. 10.1～

2. ( )は種間雑種を表す。

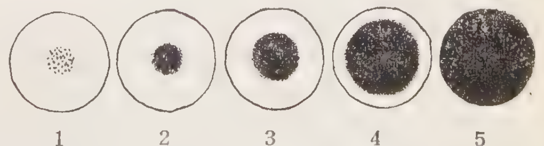
3. (32) は来歴不明なるも人工接種試験の結果種間雑種と考えられている。

いずれも種間交雑法によつて育成されたものであることは注目に値する (「529-1」は来歴不明)。同じ種間交雑により育成された「42041-4」は罹病していたが，この系統は抵抗因子を欠いているものと思われる。従来栽培種 (*Solanum tuberosum*) については，age の若い茎葉又は晩生品種になるにつれて，疫病抵抗性が大きくなる (Collins, 1952 ; Vowinckel, 1926 ; Müller, 1931 ; 山本・木村, 1951) との報告が多いが，第2図は圃場の罹病程度と生育期間長短との相関々係を示したものである。

3回にわたり早生品種に罹病程度が大きいことは明らかであり，最終調査の8月13日に相関が最も強くあらわれている (第2図c)。なお「529-1」(32) は早生で且つ疫病には immune の様相を示しているが，これは恐らく種間雑種であると思われる。3回の調査に immune 又は highly resistant と思われた「ケネベック」と「42044-15」の両品種は，9月2日頃に疫病病斑が現われはじめ，9月15日には完全に病死するに至つている事実や，第2図は，同熟期の品種でも初期の罹病程度や，その後の経過にかなりの相違が存することを示すものである。

2　人工接種による葉の抵抗性検定

實驗方法　供試品種は前記調査に用いた圃場生育中の50品種，系統で，中葉位の頂翼葉を1株から1枚，1品種につき10枚任意に採取し，cork borer (径 20 mm) で中肋を除いて打抜き，大型ペトリーシャーレに2品種計20枚入れ，保湿は吸水濾紙で行つた。予め馬鈴薯塊茎切片上に培養しておいた *Phytophthora infestans* の濃厚な胞子懸濁液を調製し，これを打抜いた葉片中央にガラス棒で接種し20°Cに保持した。約1昼夜たつと数品種に微小褐点が現われはじめるが，接種後大体3



第3圖　切離葉人工接種試験における病斑判定の基準

Fig. 3　Classification of size of lesion in inoculation test.

第3表 室内接種試験による病斑の大きさの品種間差

Table 3 Varietal difference in size of lesion produced by an artificial infection.

番号	品種	I	II	III	平均
1	男爵薯	4.05	3.95	3.00	3.67
2	北海白	3.85	3.90	2.20	3.32
3	馬鈴薯農林1号	2.90	2.65	2.65	2.73
4	ベポー	3.15	3.45	3.00	3.20
5	ステルケライヘ第1号	2.50	3.25	3.50	3.08
6	美深紅	3.50	3.20	3.10	3.27
7	ワーバ	3.55	3.75	3.85	3.72
8	ポーネ	3.33	1.50	3.30	2.71
9	アーレン	3.85	3.70	3.95	3.83
10	紅丸	3.25	3.10	2.70	3.02
11	ケネベック	1.00	1.00	1.00	1.00
12	125—4	3.65	2.55	2.85	3.02
13	蘭谷3号	3.00	3.15	3.70	3.28
14	チッペワ	3.50	3.50	2.89	3.30
15	マウンテン	3.65	2.30	3.40	3.12
16	チュノオ	3.05	2.35	2.95	2.78
17	セコイア	2.70	2.40	2.14	2.35
18	プロフェッサーボルトマン	2.20	2.00	1.00	1.73
19	釧路産	2.85	2.20	2.25	2.43
20	マーシャルヒンデンブルグ	2.50	1.55	2.50	2.18
21	メノミニー	2.40	3.25	2.25	2.63
22	セバーゴー	2.80	2.30	3.25	2.78
23	島系143号	2.10	2.80	2.75	2.55
24	島系161号	2.00	3.45	2.15	2.53
25	島系169号	2.20	3.00	2.00	2.40
26	島系187号	2.50	3.85	2.00	2.78
27	北海1号	2.20	2.50	2.70	2.47
28	北海2号	2.75	2.43	3.40	2.93
29	北海3号	3.80	3.95	3.85	3.87
30	北海4号	3.00	3.35	3.95	3.43
31	北海5号	2.95	2.20	3.15	2.77
32	529—1	1.00	1.00	1.00	1.00
33	本育393号	3.10	3.55	3.30	3.30
34	D—805	2.60	2.65	2.44	2.56
35	島系219号	3.20	3.00	2.75	2.98
36	41089—8	1.00	1.00	1.00	1.00
37	42042—4	3.30	2.95	2.95	3.07
38	42044—15	1.00	1.00	1.00	1.00
39	デオダラ	3.60	3.50	3.40	3.50
40	606	3.90	2.00	3.15	3.02
41	667	—	—	—	—
42	4702—7	1.00	1.00	1.00	1.00
43	根室紫	3.10	2.40	2.90	2.80
44	疫不知	2.60	2.20	2.22	2.34
45	岩手4号	3.60	2.65	3.85	3.33
46	チャールスダウニング	3.90	3.65	3.95	3.83
47	アーリェスト オブ オール	3.70	3.25	4.10	3.68
48	本育392号	3.25	2.60	3.30	3.05
49	コンメルゾーニ	1.95	3.25	1.71	2.30
50	カターデン	3.10	3.10	2.95	3.05

第4表 分散分析表

Table 4 Analysis of variance.

変因	自由度	偏差平方和	平均平方	F
全体	131	53.58	—	—
品種間	43	30.26	0.7037	** 2,655
品種内	88	23.32	0.2650	—

備考 分析は病斑伸展の見られない「ケネベック」,「529-1」,「41089-8」,「42044-15」,「4702-7」の5品種を除いて行つた。

日後に病斑が葉片全面に拡がる品種が出てくる。調査はこの時期に第2図によつて判定し，10葉片の平均を以て品種の数値とした。2, 3の品種では接種液が散つて判定が困難だつた。

結果 第3表は3回の接種試験の結果を示したものであるが，微小褐点から葉片全面に病斑が拡がる品種に至るまで，種々の程度の変異が見られた。1の階級（微小褐点が接種液附着範囲内に点在しているのみで，それ以外への伸展がない）に属する「ケネベック」，「529-1」，「41089-8」，「42044-15」,「4702-7」はいずれも3回共全く同一の反応を示し，これら5品種と残余の品種の間には明らかな相違が認められた。残余の品種についてのみ分散分析を行つたところ，品種間に有意差が見られ（第4表），「プロフェッサーボルトマン」は「ベポー」,「美深紅」,「蘭谷3号」,「チッペワ」,「本育393号」,「北海白」,「岩手4号」,「北海4号」,「デオダラ」，「アーリエストオブオール」，「男爵薯」,「ワーバ」，「チャールスダウニング」，「アーレン」，「北海3号」の15品種より，「マーシャルヒンデンブルグ」は「アーリエストオブオール」,「男爵薯」，「ワーバ」，「チャールスダウニング」,「アーレン」,「北海3号」の6品種より，又「コンメルゾーニ」，「疫不知」，「セコイア」の3品種は「チャールスダウニング」，「アーレン」，「北海白」の3品種より病斑が小さいことはかなりの信頼性を以て言いうる。

3 人工接種による塊茎の抵抗性検定

實験方法 前記試験に用いた50品種の中より40品種を抽出して供試した。各品種から中等大の

第5表 塊茎上における気中菌糸及び胞子形成の品種間差異

Table 5 Varietal difference in the intensity of mycelial and sporangial formation.

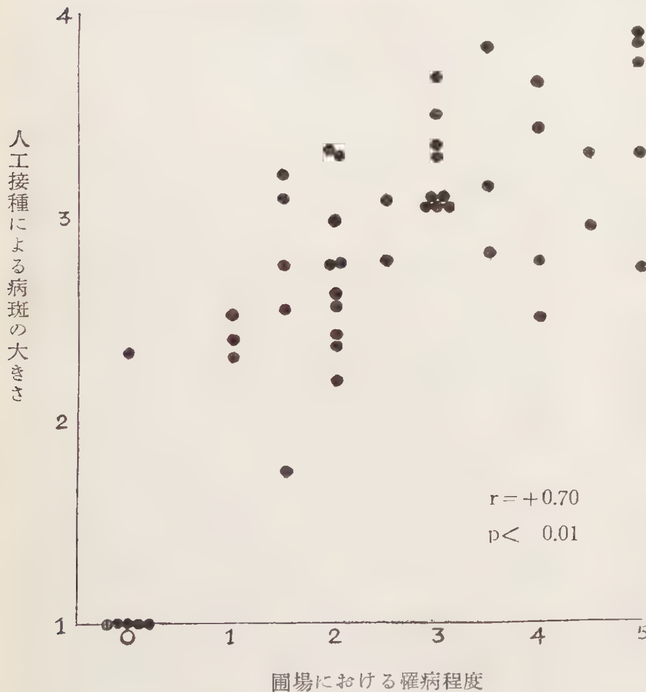
気中菌糸及び胞子形成の程度	品種名	品種数
多	男爵薯, 北海白, 馬鈴薯農林1号, ペポー, ステルケライへ第1号, 美深紅, ワーバ, ポーネ, アーレン, 紅丸, 125-4, マウンテン, チェノオ, セコイア, セバーゴー, 島系16号, 釧路産, マーシャルヒンデンブルグ, メノミニー, 島系169号, 島系187号, 北海1号, 北海2号, 北海3号, 北海4号, 北海5号, 42041-4, デオダラ, 根室紫, 疫不知, 岩手4号, カターデン	32
中	チッペワ, プロフエッサーボルトマン, コンメルゾーニ	3
小又は無	ケネベック, 529-1?, 41089-8 42044-15, 4702-7	5

註 〜〜 は種間雑種。
529-1 は来歴不明であるが種間雑種と考えられる。

塊茎2個をとり, 各塊茎の中央部より厚さ 1 cm の横断切片を切りとり, 予め塊茎切片上に培養しておいた *Phytophthora infestans* の遊走子懸濁液を, 供試切片の中央部にピペットで1滴落し, 19°C の定温器に保持した。測定は接種後5日目に行い, 気中菌糸及び胞子形成の大小を以て比較の基準とした。

結　果　3回に亘る実験の結果 (第5表), 気中菌糸及び胞子形成の全くないか又は僅少のものには,「ケネベック」,「529-1」,「41089-8」,「42044-15」,「4702-7」の5品種, 比較的少ないものとして,「チッペワ」,「プロフェッサーボルトマン」,「コンメルゾーニ」の3品種があげられ, その他の品種では旺盛な菌糸及び胞子の形成が認められた。

一方塊茎の抵抗性と切離葉人工接種による抵抗性の関係についてみると, 後者で最強のグループに分類された「ケネベック」,「529-1」,「41089-8」,「42044-15」,「4702-7」の5品種並びに系統は, 塊茎でも顕著な抵抗性を示している。



第4圖 圃場罹病程度と切離葉人工接種との関係

Fig. 4 Relation between field infection and inoculation test on detached leaves.

註 1. 病斑の大きさは3回の平均値。
2. 圃場罹病程度は7月23日調査。
3. r は縦軸1の階級を除いた44品種についての計算。

4 圃場における罹病程度と切離葉人工接種による病斑の大きさとの關係

切離葉人工接種試験により判定された抵抗性の大小が, 圃場の自然感染条件下における罹病程度と如何なる関係にあるかを第4図により示す。この図では, 圃場罹病度は3回の観察のうち, 人工接種試験期日に最も近い7月23日のを使用した。人工接種で最強の1の階級に属する「ケネベック」,「529-1」,「41089-8」,「42044-15」,「4702-7」の5品種は, 圃場でも勿論病斑一つも認められない最強の品種群であつたが (7月23日現在), これらの品種は, この生育時期には immune 又は highly resistant と考えられ, いずれも (「529-1」は不詳) *S. demissum* × *S. tuberosum* の種間交雑により育成されたものであることは既述のとおりである。その他の44品種についてみても相関々係 ($r = +0.70$ $P < 0.01$) の存在が認められる。なお7月28日, 8月13日の圃場調査と人工接種による病斑の大きさとの関係は, そ

れぞれ r=0.65, r=0.48 で両試験施行日間の隔りが大きくなるほど相関々係は低くなる傾向を示しているのは興味深い。

考　　察

現在まで約 100 年の長きに亘つて馬鈴薯の疫病抵抗性品種の育成が要望され, 実施されてきたが, 数多くの試験の結果普通栽培品種 (*Solanum tuberosum*)には真の抵抗性を有するもののないことが明らかとなり, 20 世紀に入り野生種に抵抗性因子を求めて育種が始められた(SALAMAN, BROILI, MÜLLER)。それと共に種間雑種と普通栽培品種の抵抗性の相違についての研究が行われ, その結果疫病抵抗性には従来広く認められている, 主として熟期の早晩によつて影響されるもの, 既ち早生品種は弱く晩生品種は強いというような抵抗性と, 野性種に由来する, 細胞の supra-sensitivity (過敏感性) に基づく抵抗性とにわけて考えられている。しかしこれら 2 種の抵抗性が果して不連続的なものかどうかはまだ明らかでない。

馬鈴薯の疫病抵抗性は, 圃場における自然感染の程度を以て判定するのが, 従来わが国で普通に行われてきたところである。たしかにこの方法は確実且つ技術上容易に実際的な抵抗性を知りうるが, 反面労力, 資材, 時等を多く要し, 環境の違いによる変異の上からも, 数年の観察をもつてしなければ信頼しうる結果のえられない欠点がある。近年より確実且つ迅速な方法として人工接種による方法が行われており, 幼植物時代に遊走子懸濁液を噴霧接種する方法や (BLACK, 195?), 茎葉の一部を切りとり砂耕して接種したり (LEHMAN, 1938), ごく最近では, 一定且つ適当な温湿度の条件下で多数個体の検定を行うために "humidity dish" 法 (PETTERSON, 1941) を発展させた。後者のシャーレを用いる方法でも, 遊走子懸濁液の濃度や, 接種方法, 葉の切断方法についての検討がなされた (MÜLLER & MUNRO, 1951)。

このような人工接種による抵抗性検定を行う上に留意しなければならないことは, えられた結果が圃場の抵抗性といかなる関係にあるかということを熟考すべき点である。現在圃場抵抗性の因子分析が未完成であるところからも, その必要性がおのずから明らかである。

葉を植物体から切り離したり, 湿シャーレに保持したりすることによつて耐病性が低下するという報告があり (VINOGRADOVA, 1940; JOHNSON, 1947), 切離葉による耐病性検定に限界の存することが考えられるが, 野生種に由来する抵抗性は本試験からも明らかなように, 切離葉接種法によつても明瞭に他の普通栽培品種とは識別しうる。

一方, 普通栽培品種の疫病抵抗性は生育の rhythm と密接な関係のあることは, 既往の研究者により多数報告されており, 一名 age-disease とさえもいわれているのはその事実を指するものであろう。この種の抵抗性の実態は前述の如く複雑で不明な点が多かつたが, MÜLLER (1953) はこの圃場抵抗性を分析して,

$$Cep=(c \cdot P_I)^n$$

Cep: degree of infestation.

P_I: probability of becoming infected per unit area of leaf.

c: intensity of fructification per single leaf spot.

n: number of generations of the parasite since the initial infection.

なる式であらわされることを提言している。勿論この式は実際の様相を示すものでなく, 或る一定条件下で成立つ基礎原理である。cork-borer で打抜いた同面積の葉片を weak zoospore suspension で噴霧接種し, 罹病葉の全葉数に対する%を算出して R_I とし, これで P_I を推測した。しかしてこの R_I-値は圃場抵抗性大なる品種に小さく, 晩生品種にも小さい関係にあり, 晩生品種で疫病が遅く発生し, 進行も遅いのはこの P_I-値の小なることによるものであろうと述べている。

MÜLLER の R_I-値は単位葉面積当りの病斑数と同意義と思われ, 葉の表面と裏面とで R_I が異なることは, R_I が主として侵入初期の抵抗性を代表するものと考えられる。MÜLLER & MUNRO (1951) は筆者の行つたように, 濃厚遊走子懸濁液を滴状に接種することは, 単に菌の拡大生育の程度を知るだけであつて, 上下葉の耐病性の検定には意義が少ないと述べているが, 筆者 (1953) は上下葉間に拡大抵抗性の差を見ており, 又本試験の結果明らかなように, このような接種で生じた病斑の大

きさと圃場抵抗性の間にかなりの相関々係（r=+0.70）があることは，圃場抵抗性の発現にはいわゆる拡大抵抗性が重要な要因となつていることを示すものであろう。なおこの相関々係が，接種試験と圃場観察施行日間の隔りが大きくなるにつれて0.65，0.47と低下することは，このような人工接種試験は，試験の行われる時の植物体の生理状態を反映するものであることを思わせる。例えば第2表にみる如く，7月上旬の室内接種試験でimmune又はhighly resistantと判定された「ケネベック」，「42044–15」の両品種は9月上旬に罹病し始め，9月15日には枯死するに至つている。しかるに「美深紅」，「プロフェッサーボルトマン」，「島系161号」，「同169号」等の品種は7月上旬の接種試験でも，7月下旬，8月上旬の圃場調査の際も上記2品種より罹病性と記録されているにもかかわらず，枯死は2品種より遅くなつている。

以上の記述から，品種の正確な疫病抵抗性を把握するには，全生育期間に亘る罹病度の変化を追跡して，その動向と熟期とを併せて考察しなければならないことがわかる。結局この試験のみからの結論は尚早であるが，疫病抵抗性検定を行うには，幼植物人工接種や切離葉人工接種等で，罹病性のものを除外し，更に圃場における動向を観察すべきであると考える。

茎葉と塊茎の疫病抵抗性の関係については，Montaldo & Akeiey（1946）がW–品種の後代について高い相関の存する事実を報告しており，Foister（1947）も75%の両者間の一致をみている。一方Bonde, Stevenson & Clark（1940）は交配組合わせの如何により，相関のある場合とない場合があるといつており，Schaper（1949）によれば*tuberosum*品種では両者間に相関はなかつた。以上の報告並びに本試験の結果より考察すると，普通栽培品種（*S. tuberosum*）の茎葉は生育習性により，塊茎は表皮や皮目の発育の程度等によつて抵抗性が大きく影響されるから，両者間に抵抗性の相関がないことは当然と考えられるし，又種間雑種では高い相関関係があり，この育種面への応用も考えられるが，詳細は後報で述べるつもりである。

摘　　要

馬鈴薯の疫病抵抗性検定方法についての資料とするために，1952〜53年にかけて，種間雑種を含む50品種，系統を用いて，圃場の抵抗性観察，切離葉人工接種，塊茎切片人工接種を行い，それぞれの間の関係を考察した。

1）7月下旬から8月上旬にかけての圃場抵抗性は熟期の早晩と相関があり，熟期の晩い品種ほど罹病程度が少なかつた。種間雑種の「ケネベック」，「41089–8」，「42044–15」，「4702–7」及び「529–1」は，熟期の如何を問わず，この時期には病斑が認められなかつた。

2）葉を植物体から切り離して湿シャーレ中で接種を行つたところ，上記5品種並びに系統は病斑の拡大がなく，immuneもしくはhighly resistantと考えられ，他品種にはいずれも病斑の拡大がみられたが，品種間に有意な差があつた。

3）塊茎の切片に対する接種の結果，上記5品種並びに系統は明らかな抵抗性を示し，気中菌糸，胞子の形成は皆無かもしくは僅少であつた。他品種はいずれも同程度に旺盛な菌糸並びに胞子の形成を示した。

4）人工接種による切離葉上の病斑の大きさと圃場抵抗性の関係については，上記5品種並びに系統は完全な相関を示し，他の44品種でも7月23日，28日，8月13日の圃場観察結果とそれぞれ高い相関（r=+0.70，+0.65，+0.47）が存し，いわゆる拡大抵抗性が普通栽培品種の圃場抵抗性発現の大きな要因の一つであることが想像された。

5）塊茎と葉の抵抗性は上記5品種並びに系統では一致し，他の*tuberosum*品種では相関がみられなかつた。

6）疫病抵抗性検定には，生育初期における人工接種による選抜と，残存個体の圃場観察が並行して行われなければならない。

終りに臨み試験設計上御助言をいただいた当場作物部長吉野至徳技官と成績取まとめ上有益な御示唆を与えられた病理昆虫部長田中一郎技官並びに試験遂行上種々御助力を惜しまれなかつた下山栄子嬢に対して深く感謝の意を表する。

参考文献

1. Black, W. (1952 a) Inheritance of resistance to blight (*Phytophthora infestans*) in potatoes: Inter-relationships of genes and strains. Proc. Roy. Soc. Edin., B, 63: 312〜352.
2. —— (1952 b) A genetical basis for the classification of strains of *Phytophthora infestans*. Proc. Roy. Soc. Edin., B, 65: 36〜51.
3. Bonde, R., Stevenson, F. J. and C. F. Clark (1940) Resistance of certain potato varieties and seedling progenies to late blight in the tubers. Phytopath., 30: 733〜748.
4. Collins, E. J. (1925) The physiological aspect of the incidence of late blight (*Phytophthora infestans*) of potatoes. Linn. Soc. London Proc., 137: 11〜12. (R. A. M., 5)
5. Foister, C. F. (1947) Classification, breeding and preservation of the potato. Nature, 160: 843〜844. (K. O. Müller)
6. Johnson, J. (1947) Water-congestion and fungus parasitism. Phytopath., 37: 403〜417.
7. Lehmann, H. (1938) Ein weiterer Beitrag zum Problem der physiologischen Spezialisierung von *Phytophthora infestans* de Bary, dem Erreger der Kartoffelkrautfäule. Phytopath. Ztschr., 11 (2): 121〜154.
8. Montaldo, A. y Akeley, R. V. (1946) Herencia de la reaction a la *Phytophthora infestans* en la Papa. Agricultura Tecnica (Santiago-Chile), 6: 12〜41. (R. A. M.)
9. Müller, K. O. (1950) Neuere ausländische Arbeiten zur Züchtung *Phytophthora*-fester Kartoffelsorten (1939-1949). Ztschr. Pflanzenzücht., 28 (2): 210〜229.
10. Müller, K. O. (1953) Nature of 'field resistance' of the potato to *Phytophthora infestans* de Bary. Nature, 171 (4357): 781〜783.
11. Müller, K. O. and J. Munro (1951) The reaction of virus-infected potato plants to *Phytophthora infestans*. Ann. Appl. Biol., 38: 765〜773.
12. Petterson, M. L. R. (1941) Xeromorphy and its bearing on disease resistance in plants. Abstr. Diss. University Cambridge, 19〜20. (K. O. Müller)
13. Schaper, P. (1949) Die Krautfäule-Anfälligkeit einiger deutscher Kartoffelsorten 1947/48. Der Züchter, 19 (8/9): 265〜271.
14. Stevenson, F. J., Schultz, E. S., Akeley, R. V. and L. C. Cash (1945) Breeding for resistance to late blight. Amer. Pot. Journ. 22: 203-222.
15. ——, ——, —— and —— (1952) Late blight immunity in the potato. Phytopath., 42 (5): 277〜280.
16. 田口啓作 (1953) 異種馬鈴薯の導入とその活用 農業及園芸, 28 (3): 363〜366.
17. 高瀬 昇 (1953) 馬鈴薯疫病抵抗性検定法についての2,3の知見 北日本病害虫研究会年報, 4: 93〜94.
18. Vinogradova, N. B. (1940) Methoden der *Phytophthora*-Resistenzzüchtung bei der Kartoffel. (Russ.) Vestnik Ovoščevodstvo i Kartoffel, Nr. 3: 39〜71. (K. O. Müller)
19. Vowinckel, O. (1926) Die Anfälligkeit deutscher Kartoffelsorten gegenüber *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bby., unter besonderer Berücksichtung der Untersuchungs-methoden. Biol Reichsanst. Land- u. Forstw. Arb., 14: 588〜641.
20. 山本昌木・木村幹夫 (1951) 馬鈴薯の疫病菌に対する抵抗性 北日本病害虫研究会年報, 2: 33.

Résumé

Experiments were carried out to clarify the interrelation between resistances to late blight in foliage under field condition, in detached leaflets and in tuber roots of potatoes. Varieties used were fifty in number, including five *demissum*-hybrids. Interspecific hybridization to transfer the superior genes of wild potatoes into cultivated varieties has been continued in Japan since 1939. Of the several wild species examined, *Solanum demissum* has been found suitable for the breeding work. The results obtained are briefly described as follows.

Field observation revealed that there was correlation between the rhythm of development of potatoes and the epidemic feature of late blight; later varieties generally were more

resistant than early ones on a given date during growth period and five varieties, viz., Kennebec, 529–1, 41089–8, 42044–15 and 4702–7 were still free from disease in mid-August while the others were infected by blight to various degrees.

In early July leaflets were detached from each of fifty varieties growing in the field and circular leaf-pieces were stamped out with a cork borer, 20 mm in diameter. Inoculation was then made by placing a drop of dense zoospore suspension at the center of a leaf-piece. Resulting lesions were classified into five categories, ranging from no enlargement to whole leaf-piece diseased. Through this method the above-mentioned five varieties were fouud immune or highly resistant, showing no progressive lesions. As for the remaining 44 varieties with progressive lesions, there existed significant differences in the size of lesion between groups of varieties.

With regard to the relation between the degree of field infection and the size of lesion produced by artificial inoculation, it was learned that five varieties described above were the most resistant in both trials. A high degree of correlation between them was recognized in remaining 44 *tuberosum*-varieties. Correlation coefficients were +0.70, +0.65 and +0.47 respectively for each of three field observations, July 23, July 28 and August 13. The results of artificial inoculation was the mean of three measurements made in early July. Decreasing correlation with the lateness of time of field observation seems to give an indication that by an artificial inoculation like the one followed in this experiment is reflected not the entire behavior of resistance but one of cross-sections of ever-altering protective reactions in plant.

The decisive experiment on resistance to *Phytophthora infestans* in tubers consisted of inoculating sliced tubers with a dense zoospore suspension and observation of mycelial growth. The result was that the five varieties already mentioned gave very sparse or invisible formation of aerial mycelium representing the highest degree of resistance to be well discriminated from others which showed abundant growth of aerial mycelium. It is very interesting that tubers of leaf-resistant varieties were found immune from or highly resistant to *Phytophthora infestans* through this tuber-infection test.

In conclusion it is very reasonable to say that the behavior of above-described four hybrid varieties and one would-be hybrid variety (529–1) will give an important suggestion in proceeding with the potato breeding program for resistance to late blight.

燕麥の濕性型並びに乾性型に關する研究
第2報　出穗前の土壤水分の多寡が燕麥の生育及び收量に及ぼす影響

熊　谷　　健*

STUDIES ON HYGROTYPE AND XEROTYPE OF OATS
2. THE EFFECT OF WATER CONDITIONS PRIOR TO HEADING TIME ON THE GROWTH AND YIELD OF OATS

By Takeshi Kumagai

I　緒　　言

燕麦の発芽に際してのアミラーゼの消長は，前報に報告した如く品種間でかなり顕著な差異を示し，所謂乾性型品種の一つは，土壤湿度の異なる場合においても同様なる活力を保ち，広い適応性を有していることを確認した。更に筆者は燕麦の生育中，特に出穗前における土壤水分の多寡が，燕麦品種の生育及び収量に及ぼす影響について調査を行い，燕麦品種の乾性型並びに湿性型の生理機構について検討した。ここに第2報として報告する。

II　材料及び方法

幼穗形成期に当る8葉期に乾燥区（最大容水量の30％），多湿区（最大容水量の90％）及び標準区（最大容水量の60％）の3区を設け，出穗期に至るまで水分処理を行い，他の期間は何れの区も標準処理（最大容水量の60％）を行つた。各区共2万分の1ワグナーポットを使用し，北海道農業試験場本場内の沖積土を充塡し，肥料として1ポット当硫酸アンモニア 1.7 g，過燐酸石灰 4.4 g，硫酸加里 0.1 g を与え，各区共3ポット宛栽培して1ポット当4本宛栽培して調査を行つた。供試品種として「ビクトリー1号」，「ブラック・メスダーク」（所謂湿性型と称される品種），「キテー」（所謂乾性型と称される品種）を用い，5月12日ガラス室に用意した各ポットに播種した。土壤水分含量の測定は重量法で行い，毎日1回秤量し所定の水分を保つように補給潅水した。

* 畜産部飼料作物研究室

III　實驗結果

(1)　生育各期における發育狀況

草丈　生育各期における草丈に及ぼす水分の影響を示せば第1表，第1図の如くである。第1表及び第1図より明らかな如く，「ビクトリー1号」においては乾燥処理により著しく生育阻害が見られ，6月27日に至り草丈は劣るが漸く正常の生育速度をもつて生育を開始している。出穗期に水分を旧に復し以後の生育の恢復状態をみると，その顕著な効果を認めることが出来ず，標準区と同様7月22日その伸長を停止した。一方多湿区においては標準区に比し最初顕著な差異は認められなかつたが生育の進むに従いその差異は顕著になり141 cm に及んだ。

次いで「ブラック・メスダーク」においては，乾燥処理により「ビクトリー1号」同様，最初は顕著な生育阻害がみられ，6月27日漸く標準区に等しい生長速度となつた。更に出穗期に水分を旧に復しその水分給与に対する生育の恢復をみると，その顕著な効果が認められた。多湿区の草丈は標準区に比して長く，上記の「ビクトリー1号」における多湿区と標準区の草丈の差異を比較する

第1表 各処理による品種間の草丈伸長の比較

Table 1 Comparison of plant height of each variety during the growing period under different treatments.

品種名		ビクトリー1号			ブラック・メスダーク			キテー		
処理		標準区	多湿区	乾燥区	標準区	多湿区	乾燥区	標準区	多湿区	乾燥区
測定月日	I 23/5	cm 11.3	cm 11.3	cm 11.3	cm 13.2	cm 13.2	cm 13.2	cm 10.4	cm 10.4	cm 10.4
	II 28/5	21.4	21.4	21.4	22.8	22.8	22.8	17.9	17.9	17.9
	III 3/6	32.8	32.8	32.8	33.7	33.7	33.7	26.6	26.6	26.6
	IV 7/6	40.7	40.7	40.7	42.8	42.8	42.8	34.4	34.4	34.4
	V 12/6	51.1	51.1	51.1	52.4	52.4	52.4	44.0	44.0	44.0
	VI 17/6	59.9	60.1	56.9	64.3	65.0	61.5	58.4	60.5	56.4
	VII 22/6	67.1	69.1	60.3	74.3	78.1	65.5	72.9	77.2	64.7
	VIII 27/6	76.8	77.1	62.8	84.0	87.2	69.5	82.6	88.1	71.2
	IX 2/7	87.7	90.0	72.5	86.6	94.5	78.4	98.2	105.3	83.7
	X 7/7	99.1	103.6	85.2	101.8	106.8	92.1	108.1	115.7	99.2
	XI 12/7	108.8	116.4	98.2	115.9	122.1	114.4	120.8	126.3	113.2
	XII 17/7	126.8	128.9	110.6	122.1	127.0	117.4	121.0	126.7	113.4
	XIII 22/7	134.7	141.4	122.9	128.2	135.9	120.4	121.1	127.1	113.5
	XIV 28/7	135.2	141.0	123.4	127.5	136.0	121.2	123.7	128.3	113.5

と，明らかに「ブラック・メスダーク」は両処理に依る差異が大で，多湿処理において草丈の徒長を来した。

「キテー」においては乾燥区の生育阻害は上記2品種程は大でなく，その後の生育も標準区より草丈は劣るが，水分補給による生育の恢復は上記「ブラック・メスダーク」ほど顕著でない。しかし標準区よりやや速かな傾向を有し，伸長停止期は標準区と同一結果を示した。多湿区においては標準区に比較し草丈高く，その差異は「ビクトリー1号」のそれに比し大であつた。

以上述べた幼穂分化終了の時期，7葉期より出穂期に至る所謂幼穂形成期間中の水分の多寡は，各品種の生育に顕著な影響を及ぼし，更に異生態型品種により差異を示した。即ち特に注意すべきことは，処理開始時期に当る幼穂分化終了乃至幼穂形成期における水分欠乏状態に対する生育障害は，「ビクトリー1号」及び「ブラック・メスダーク」が何れも「キテー」に比較して顕著である。この事実は逆に「キテー」が水分補給の不十分にも拘らず生育障害が少なく，耐旱性の強い乾性型の生理機能を有していることを示唆するものであろう。

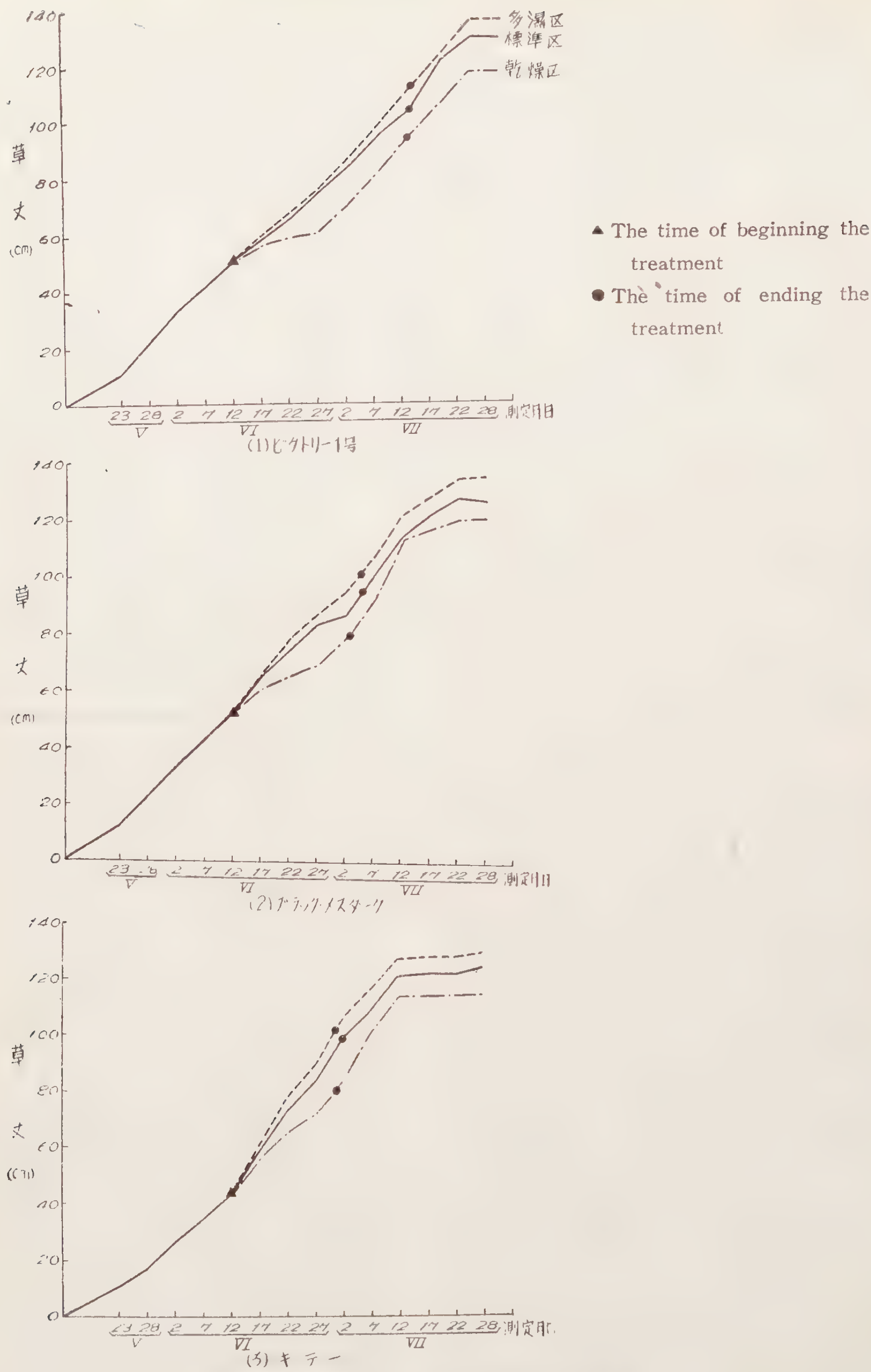
出穂期・成熟期 各品種並びに各処理区の出穂期及び成熟期の調査結果は第2表の通りである。第2表は明らかに各品種並びに各処理共に出穂期については約1日の促進が認められ，成熟期については逆に1～2日の遅延が認められるが，この程度の差異をもつて水分処理による影響の効果を論ずることは出来ない。

第2表 各処理による品種間の出穂期及び成熟期の比較

Table 2 Comparison of heading date and ripening date in each variety under different treatments.

品種名	ビクトリー1号			ブラック・メスダーク			キテー		
処理	標準区	多湿区	乾燥区	標準区	多湿区	乾燥区	標準区	多湿区	乾燥区
	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日
出穂期	7.12	7.12	7.10	7. 4	7. 3	7. 2	7. 2	7. 1	7. 1
成熟期	8. 9	8.10	8.11	7.31	7.30	7.31	7.30	7.31	8. 1

葉形 供試した各品種の外部形態中，特に葉形の差異は顕著であるが，一定の生育時期即ち出穂期における各品種の処理別の葉幅，葉長を調査した結果は第3表の如くである。第3表より明らかな如く，標準区における各品種の葉形はその差異が顕著で「ブラック・メスダーク」は止葉及びそ



第1圖 各処理による品種間の草丈伸長の比較

Fig. 1 Comparison of plant height of each variety during the growing period under different treatments.

の下位葉共に葉幅，葉長が最も長く，次いで「ビクトリー1号」，「キテー」は葉幅が特に細く「ブラック・メスダーク」より約 1cm も短かい。更に処理による各品種別葉形の変化を調査した結果によれば，「ビクトリー 1 号」は乾燥処理により葉幅，葉長共に顕著に短縮する。「ブラック・メスダーク」においても乾燥区の葉形の変化は著しかつた。しかるに「キテー」はその短縮率が最も小であつた。多湿区における各品種の葉長については，「ビクトリー1号」がやや伸長する傾向がみられるが，「ブラック・メスダーク」はやや短縮し，「キテー」は止葉及びその下葉が共に長さを増加している。

第3表　各処理による品種間の葉形の比較

Table 3 Comparison of leaf shape in each variety under different treatments.

(measurement at heading time)

品種名	ビクトリー1号			ブラック・メスダーク			キテー		
処理	標準区	多湿区	乾燥区	標準区	多湿区	乾燥区	標準区	多湿区	乾燥区
止葉の葉幅	cm 2.2	cm 2.3	cm 1.5	cm 2.3	cm 2.2	cm 1.9	cm 1.3	cm 1.4	cm 1.3
対標準比	100	105	68	100	96	83	100	108	100
止葉の葉長	22.0	21.3	16.6	30.5	28.9	18.8	27.7	29.2	20.6
対標準比	100	95	76	100	95	62	100	105	75
止葉より下第1葉の葉幅	2.2	2.1	1.8	2.1	2.0	1.8	1.3	1.4	1.3
対標準比	100	96	82	100	95	86	100	108	100
止葉より下第2葉の葉長	40.2	43.7	28.9	46.6	45.1	32.5	40.0	41.5	38.1
対標準比	100	109	72	100	97	70	100	104	95

白穂率　出穂期において調査した各品種の処理別白穂率は第4表の如くである。これによると各

第4表　各処理による品種間の白穂率の比較

Table 4 Comparison of percentage of blasted spiklets per ear in each variety under different treatments.

(measurement at the heading time)

品種名	ビクトリー1号			ブラック・メスダーク			キテー		
処理	標準区	多湿区	乾燥区	標準区	多湿区	乾燥区	標準区	多湿区	乾燥区
白穂率(%)	31.5	40.1	28.0	10.2	7.3	11.2	4.1	1.9	12.3

品種の白穂率の差異は顕著で，特に「ビクトリー1号」が多く，「ブラック・メスダーク」がこれに次ぎ，「キテー」は最も少ない。しかるに「ビクトリー1号」における白穂率は乾燥区は減少し，多湿区は増加するに対し，他2品種はいずれも乾燥区において増加し，一方多湿区において減少している。特に白穂率の低い「キテー」が乾燥区において顕著に白穂率の増加を来した事実は興味があり，白穂現象の解明と共に明らかにされなければならない問題である。

(2)　収穫物に関する調査

成熟期に達した各品種は収穫後直ちに風乾状態となし，第5表に示す如く各種形質に就いて調査測定を行つた。測定の結果は1個の鉢に生育せしめた燕麦4個体の平均値の3反覆の平均値で示した。

先ず茎数についてみると，各品種共乾燥区において増加し，特に「ブラック・メスダーク」は顕著であつた。多湿区においては「キテー」がやや茎数の増加を来したが，他の品種は逆に減少した。

第5表 (I)　収穫物に関する調査成績

Table 5 (I) Some characters of the ripe materials.

品種名	ビクトリー1号			ブラック・メスダーク			キテー		
処理	標準区	多湿区	乾燥区	標準区	多湿区	乾燥区	標準区	多湿区	乾燥区
茎数(本)	4.8	4.1	7.3	5.2	5.1	8.5	7.7	7.8	10.8
対標準比	100	85	117	100	98	164	100	101	140
総重(g)	30.0	28.3	20.0	24.7	24.6	19.6	23.2	23.4	19.2
対標準比	100	94	67	100	100	79	100	101	83
茎重(g)	13.6	12.2	8.8	11.4	11.5	8.6	9.6	9.7	7.6
対標準比	100	90	65	100	101	75	100	101	79
稈長(cm)	111.1	115.2	97.8	97.9	105.2	94.1	101.9	106.0	91.8
対標準比	100	104	88	100	108	96	100	104	90

総重並びに葉茎重についてはいずれの品種においても乾燥区で顕著に減少し，その標準区に対する逓減度は「ビクトリー1号」,「ブラック・メスダーク」の順で「キテー」は特に小であつた。多湿区においては上述の乾燥区の場合と異なり変化の程度が少なく,「ビクトリー1号」がやや減少している。稈長に関しては乾燥区においていずれの品種も短縮し，又多湿処理により逆にその長さを増加した。品種別に処理による変化をみると,「ビクトリー1号」が乾燥処理により逓減度が最も大で,「ブラック・メスダーク」は多湿処理においてその長さを最も増加した。

更に燕麦栽培の目的である子実に関し，収量構成要素を支配する各種形質について調査測定を行つた。その結果は第5表 (II) に示す如くである。先ず穂数において「ブラック・メスダーク」が乾燥処理により最も著しく増加し，「ビクトリー1号」が多湿処理により最も減少した。穂長，主稈穂重，主稈小穂数及び子実重については，各品種を通じ一般に乾燥処理による減少は顕著で，又多湿処理によつても 2，3 の例外はあるが逓減している。しかして品種別に処理による影響をみると，特に「キテー」が乾燥処理により他の 2 品種よりもその変化が最も少なく，多湿処理によつて逆に子実重が増加する傾向が顕著である。更に 1,000 粒重においては逆に各処理により，いずれの品種も標準区に比してその値を増加する傾向を示し，特に乾燥区における「ビクトリー1号」は著しく増加している。しかして「キテー」は 1,000 粒重においても各処理によつて影響されることが最も少なかつた。

第5表 (II) 収穫物に関する調査成績

Table 5 (II) Some characters of the ripe materials.

品種名	ビクトリー1号			ブラック・メスダーク			キテー		
処理	標準区	多湿区	乾燥区	標準区	多湿区	乾燥区	標準区	多湿区	乾燥区
穂数(本)	4.8	4.1	4.7	5.0	5.0	7.5	7.6	7.6	7.2
対標準比	100	85	98	100	100	150	100	100	95
穂長(cm)	25.6	26.7	22.7	31.5	29.5	27.0	21.8	20.2	20.0
対標準比	100	104	89	100	94	86	100	93	92
主稈穂重(g)	4.0	4.0	3.7	3.3	3.1	2.8	2.5	2.4	2.3
対標準比	100	100	93	100	94	85	100	96	92
主稈小穂数	65.0	64.2	53.0	70.8	62.9	61.8	55.9	56.1	53.6
対標準比	100	99	82	100	89	87	100	100	96
子実重(g)	11.0	9.8	6.9	8.8	8.6	6.8	9.0	9.1	7.5
対標準比	100	89	63	100	98	77	100	101	83
千粒重(g)	32.7	33.1	38.4	27.5	27.8	27.6	26.5	26.5	27.0
対標準比	100	101	117	100	101	100	100	100	102

IV 考察

GIEREN (1927) は燕麦の主稈の葉面積の大小について分類した乾性型並びに湿性型品種の諸形質の調査測定を行つた結果，葉面積が小である乾性型品種は葉幅，粒重，粒数，茎の太さ，稈長，葉茎重の諸形質はいずれも湿性型品種に比較して小であることを確認した。筆者 (1952) は水分状態の著しく異なる土壌で栽培した各種生態型の適応性を検定し，発芽種子の酵素作用力に顕著な品種間差異を認めた。本報告は更にその適応性を検討するため，燕麦生育過程中，特に水分経済上最も重要な幼穂形成期において水分を調節し，その変化を調査測定した。その結果，乾燥処理による草丈の伸長障害は「キテー」が他のいずれより最も少なく，更に総重，小穂数及び子実重が各処理において最も影響が少なかつた。この事実は「キテー」が他の 2 品種に比し水分生理機能に関する適応性が大であり，換言すれば旱害並びに湿害に対する抵抗性が大であることを明示している。

森田 (1951) は葉形を比較することにより，栽培された水田の肥料成分的特性の大要を知ることが出来るとした。燕麦においては栽培された土壌水分の影響によりその葉形に著しい変化をもたらすことは本実験結果によつても明らかであるが，更に品種についてもかなりの差異を認めうる。即ち「ビクトリー1号」及び「ブラック・メスダーク」の葉幅が夫々標準区の 68～82 %，83～86 % の短縮を来したが,「キテー」は標準区と殆ど差異が認められず，更に多湿処理により他の品種の葉幅が減少を来したのに対し，「キテー」はそれを増加している。又葉長についても乾燥処理において「ビクトリー1号」,「ブラック・メスダーク」は夫々 72～76 %，62～70 %の短縮を示したのに対し，「キテー」は 75～95 %の値を示し，多湿処理において「ビクトリー1号」が 95～109 %，「ブ

ラック・メスダーク」が95～97％の値に対し「キテー」が104～105％と標準区より増大している。以上の成績から明らかな如く「キテー」は土壌水分の不足の場合に葉形の変化が最も少く，更に多湿処理により葉形の増加を来している。この結果土壌水分に対する品種の適応性を検討する場合，葉形の変化を調査測定することが，その品種を栽培せる土壌の水分状態及びその品種の水分に対する適応性を知る有効な手段となり得ると思われる。

白穂の発生と水分経済との関係に就いては RADEMACHER (1931) の報告がある。同氏に依ると出穂前の乾燥処理は白穂率を著しく増加することを認めている。同氏は GIEREN (1927) の分類した湿性型並びに乾性型品種における白穂の多少を調査した結果，一般に湿性型品種がより多い傾向のあることを確認した。MEYER (1930) は各種生態型の品種を過湿並びに乾燥処理を行つた結果，乾性型品種は乾燥処理により著しく白穂を増加したが，湿性型品種のそれは顕著な変化を来さなかつた。本実験の結果も全く MEYER の結果と一致し，乾性型品種「キテー」が乾燥処理により白穂率が著しく増加した。この生理的根拠については更に今後実験を重ね究明を要する。

収穫物に関する調査結果によると，各処理によつて各品種の対標準比率は一般に減少するが，各品種間に著しい差異があり，穂重及び子実重の変化では，「キテー」は少なく「ビクトリー1号」及び「ブラック・メスダーク」は共にやや大きい傾向がある。又 1,000 粒重の変化はいずれの品種も少なかつたが，「ビクトリー1号」は乾燥処理により著しく重量を増加した。この事実は同品種が乾燥処理に適応するため着粒数を減少し，逆に子実重を増加して子実を質的に高めたと解釈することが出来よう。このような乾燥に対する適応の型式は，燕麦の異なつた生態型の品種によつて種々異なるであろうが，この点については今後更に詳細に研究を進めて行かねばならない。

V 摘　　要

1. 燕麦の乾性型並びに湿性型品種を用い，幼穂形成期の水分の過不足が生育及び収量に及ぼす影響についてポット試験を行つた。

2. 草丈の伸長阻害については「ブラック・メスダーク」が最も著しく，「キテー」が最も少なかつた。

3. 葉幅及び葉長は乾燥処理においては「ビクトリー1号」，「ブラック・メスダーク」はいずれも標準区に対する葉の短縮率が極めて顕著であるのに対し，「キテー」は最も少なかつた。葉幅，葉長の変化は水分に対する品種適応性を判定する有効な手段となり得ることが推定される。

4. 各処理による白穂率の増減については「キテー」が乾燥処理による白穂率の増加が顕著である。

5. 穂長，穂重，小穂数及び子実重は乾燥処理により各品種共著しく減少するが，「キテー」は最も変化が少なかつた。1,000 粒重については乾燥処理により「ビクトリー1号」は増加を示すが，他品種は変化がなかつた。これは恐らく水分状態に適応するため生じた現象で，品種間に種々異なつた適応の型式が存在することを暗示する。

6. これを要するに乾性型品種「キテー」は生育中の水分に対する適応性が大であるのに対し，「ビクトリー1号」及び「ブラック・メスダーク」は小であると結論しうる。

擱筆に当り終始御鞭撻と御援助を賜いた佐々木正剛技官，村上馨技官，小池稔子技官，伊藤三郎氏ら各位に対し衷心より謝意を表する。

参考文献

1. GIEREN W., 1927: Untersuchungen über die Morphologie des Hafers in Beziehung zu seinem Wasserbedarf. J. Landw., 75, 1～41.
2. 森田　潔，1951: 水稲の葉形に及ぼす肥料要素の影響，日・作・紀，20巻，1.2号，25～27.
3. MEYER, K., 1930: Studien über den Wasserhaushalt des Hafers. Ein Beitrag zum Xerophytenproblem unserer landwirtschaftlichen-Kulturpflanzen. J. Landw., 78, 31～202.
4. RADEMACHER, B., 1931: Die Weissähigkeit des Hafers, ihre verschiedenen Ursachen und Formen. Zugleich ein Beitrag zur Symptomatik der Wasserbilanzstörung. Arch. Pflanzenbau, 8, 456～526.

5. 佐々木正剛，1952： 燕麦の白穂に関する研究特に白穂性の検定方法に就いて（謄写刷）.

Résumé

1. In the present paper the responsiveness of three oat varieties of hygrotype and xerotype to water treatments prior to the heading period were studied. The water treatments were made with the following three plots, namely, i) wet plot, ii) standard plot, and iii) dry plot.

2. The plant height of Black Mesdag (hygrotype) cultured under the three various water conditions was most remarkably effected. On the contrary Kytö (xerotype) was least.

3. In respect to percentage of shortening of the plant height in dry plot, Victory No. 1 and Black Mesdag were most remakably effected and Kytö was least. It is concluded the change of leaf width and leaf length under the water treatments was closely connected with the adaptability of the varieties.

4. The percentage of blasted spikelets per ear of Kytö changed remarkably under each of the different treatments: The blasted spikelets of Kytö increased remarkably in dry plot.

5. The ear length, the weight of ears per main culm, the number of spikelets and the weight of grains in dry plot decreased in all varieties, but the change in Kytö was least of them. The 1000 kernel weight of Victory No. 1 increased remarkably in dry plot compared with the other plots, while the other varieties showed little change. Victory No. 1 decreased the number of spikelets remarkably and on the contrary increased the grain weight, while the others decreased in no respect except in grain weight. These observations suggest that the oats have varied abilities to adapt to the soil moisture according to the varieties.

6. Judging from the results obtained in the present investigation, it may be concluded that the adaptability of Kytö to soil moisture is greatest as compared with the other two varieties.

雑 草種子の發芽に及ぼす低温の影響に就いて（豫報）

山　田　岩　男*

EFFECT OF LOW TEMPERATURE ON THE GERMINATION OF WEED SEEDS (PRELIMINARY REPORT)

By Iwao YAMADA

植物の種子には休眠と称する現象があつて，成熟後或る期間は発芽しないが，この期間に種子に或る処理を行うことによつて発芽を促進することができる。休眠を破る方法としては，薬品，機械的操作による外，低温にあわせること等がある。特に雑草種子には，低温処理によつて発芽の促進されるものが多い。[1)2)3)4)]

著者が雑草の肥料の吸収性について調査している時，イヌタデの発芽が極めて不良であつて，試験を行うことができなかつたが，試験操作中の状態では発芽しなかつたのは，休眠の長いために，発芽が順調でなかつたものと考える。北海道の畑地雑草の主要のものについて，生理的特性を明らかにするために，次のような低温処理を行つて，発芽に対する影響をしらべた。

試験方法

供試材料は昭和22年にはツユクサ外26種，昭和23年にはヒメスイバ外6種をそれぞれ風乾して供用した。低温処理としては，昭和22年には2月1日から4月6日まで，昭和23年には2月19日から4月12日まで，土壤水分を容水量の約60%とした土壤中に，小袋にに入れた種子を埋めて，これをブリキ箱に入れて雪中に埋めておいた。発芽試験はシャーレに濾紙を敷き，水分を保水量の60%に保たせ，20°Cの恒温器で暗室状態で行つた。供試粒数は200粒である。

實驗結果

昭和22年及び昭和23年の実験結果は次の通りである。

種類名	年次	対照		低温処理		備考
		発芽歩合	発芽日数	発芽歩合	発芽日数	
エゾノギシギシ	昭和22年	% 87.0	日 3.23	67.5	日 3.66	昭和20年採集
イタドリ	〃	88.5	3.22	95.5	3.18	昭和21年採集
ソバカズラ	〃	14.0	7.86	60.0	3.53	〃
食用大黄	〃	71.0	6.45	16.0	9.00	〃
スベリヒユ	〃	36.0	7.08	46.0	6.09	〃
ナギナタコウジュ	〃	97.5	8.72	71.0	9.41	〃
ヘラオオバコ	〃	1.0	20.00	38.0	16.75	〃
ヒメジョオン	〃	71.0	7.44	56.0	6.06	〃
ヒメムカシヨモギ	〃	82.0	4.39	80.5	3.60	〃
ノボロギク	〃	82.5	4.74	86.0	3.57	〃
ハチジョウナ	〃	60.5	13.71	72.0	10.71	〃
タンポポ	〃	90.5	5.15	49.0	8.74	〃
ツユクサ	〃	65.0	8.60	70.0	6.90	〃
ヒメスイバ	昭和23年	38.5	4.34	67.5	3.28	昭和22年採集
オオツルイタドリ	〃	1.0	9.00	15.0	1.40	〃
サナエタデ	〃	34.0	3.31	69.5	1.89	〃
イヌタデ	〃	0.5	14.00	15.5	5.35	〃
ソバタデ	〃	34.5	6.23	37.5	6.11	〃
エゾノギシギシ	〃	90.0	4.76	90.0	4.17	昭和20年採集
イタドリ	〃	60.5	7.31	50.5	5.92	昭和21年採集

昭和22年には約27種について発芽試験を行つたのであるが，ミチヤナギ，ベニバナオオミタデ，

* 作物部普通作物第3研究室

ソバタデ，イシミカワ，オオツルイタドリ，ヤナギタデ，外タデ科雑草3種及びオオバコは，対照区及び処理区ともに黴が発生したために全然発芽せず，実験を中止した。

以上の結果からみると，低温に遭遇させたために発芽の良好となつたのは，イタドリ，ソバカズラ，ヒメスイバ，サナエタデであつて，エゾノギシギシ，ナギナタコウジュ，ヒメジョオン，タンポポは，かえつて処理を行つたものが発芽歩合が低下している。又イヌタデは低温処理によつて，比率においてはかなり促進させられるが，発芽歩合は概して低い。オオツルイタドリも同様，極めて発芽は不良であつて，無処理では僅かに 1 %に過ぎないが，低温処理のものは 15.0 %であつて，処理の効果は大きい。

一般にタデ科の雑草の発芽歩合は低く，又低温処理の効果も認められるようであるが，しかしエゾノギシギシ，イタドリ等は発芽歩合も高く，低温処理の効果は全然認められないと云つていいようである。昭和 23 年に古種子を用いて行つた場合にも，エゾノギシギシは，かえつて前年よりも発芽歩合が高く，イタドリはかなり発芽歩合の低下を示しているが，他のタデ科の雑草に比較するとその歩合は低くはない。キク科の雑草については5種類を供試したが，発芽歩合は高く，又低温処理の効果も少ないのみならず，タンポポの如くかえつて処理によつて発芽歩合が急激に減少しているものもある。

次に発芽日数についてみると，低温処理によつて発芽日数の短縮するものが多いように考えられる。特に顕著なものとしては，ソバカズラであつて，対照区の平均発芽日数が 7.86 日であるが，処理区では 3.53 日であり，次いで，スベリヒユ，ヒメジョオン，ヒメムカシヨモギ，ノボロギク，ハチジョウナ，ツユクサ，ヒメスイバ，サナエタデ等で，平均発芽日数のかえつて長くなるのは，昭和 22 年のエゾノギシギシ，食用大黄，ナギナタコウジュ，タンポポ等である。しかして低温処理によつて，発芽歩合の低下するものは，平均発芽日数も延長する。なおエゾノギシギシは，昭和 22 年には短縮されているが，この材料は昭和 20 年に採集したもので，1 年間の貯蔵によつて逆の結果を示しているが，昭和 22 年には低温処理によつて発芽歩合は低下しており，次年においては差を認めていない。

摘　　要

北海道における主要畑地雑草 18 種類について低温処理の効果について調査したが，低温処理の効果の顕著なものは，イタドリ，ソバカズラ，スベリヒユ，ヘラオオバコ，ハチジョウナ，ヒメスイバ，サナエタデ，オオツルイタドリ，イヌタデ等であつてエゾノギシギシ，食用大黄，ヒメジョオン，タンポポ，ナギナタコウジュは低温処理によつて発芽歩合の低下を来し，ツユクサ，ヒメムカシヨモギ，ノボロギク，ソバタデは低温処理の効果が認められる。平均発芽日数はエゾノギシギシ，食用大黄，ナギナタコウジュ，タンポポ等低温処理の認められないものは延長されるが，その他のものはいずれも，平均発芽日数は短縮される。

文　　献

1) 岡田要之助・我妻雄治，1942： 種子生態の研究 (I) 東北地方に於ける野性植物種子の休眠性に就て，東北帝大農学研究所報告，第 4 号.

2) ——・——，1944： 種子生態の研究 (II) 生育の地域と種子の休眠性について，同上，第 7 号.

3) BARTON, Lela, V., 1930： Hastening the germination of some coniferous seeds. Contrib. from Boyce Thompson Inst. for Plant Res. Inc. 2, 315～342.

4) ——,1932： Germination of baberry seeds. ibid. 4, 19～25.

Résumé

The author studied on the effect of low temperature on the germination of weeds using 18 main weeds grown in upland fields in Hokkaido. Results obtained are as follows:

1) Weeds which increased significantly their percentage of germination as a result of low temperature were *Rumex sachalinensis* NAKAI, *Bilderdykia convolvulus* DUM, *Portulaca oleracea* L., *Plantago lanceolata* L., *Sonchus arvensis* L. var. *uliginosis* TRAUT, *Rumex Acetosella* L., *Persi-*

caria lapathifolia S. F. GRAY, *Bilderdykia scandens* GREENE var. *dentatoalata* NAKAI, *Persicaria Blumei* GROSS, etc.

2) *Rumex obtusifolius* L. subsp. *ogrestis* DANS, *Erigeron annuus* L., *Taraxacum platycarpum* DAHLST, and *Elsholtzia Patrini* GARCKE decreased in percentage of germination because of low temperature.

3) *Commelina communis* L., *Erigeron canadensis* L., *Senesio vulgaris* L. and *Persicaria nepalensis* MIYABE showed slightly increased percentage of germination with low temperature treatment.

4) Mean number of days of germination was prolonged in the weeds for which effect of low temperature treatment was recognized; *Rumex obtusifolius* L. subsp. *ogrestis* DANS, *Elsholtzia Patrini* GARCKE, *Taraxacum platycarpum* DAHLST, etc., but for other weeds it was shortened.

雑草種子の休眠について
第1報　Thiourea の休眠打破の効果

山　田　岩　男*

ON THE DORMANCY OF WEED SEEDS
I. EFFECT OF THIOUREA ON BREAKING OF DORMANCY

By Iwao YAMADA

雑草種子の休眠が低温処理によつて打破されることは，多くの著者によつて，研究されているが[1) 2) 5) 6)] Thiourea によつて休眠種子の発芽が促進されることについては DEUBER[3)], THOMPSON & KOSAR[8)], RALEIGH[7)], THOMPSON[9)], THOMPSON & HORN[10)], GARMAN & BARTON[4)] 等の研究がある。雑草の種子でも Thiourea の効果のみられるもののあることが，本実験の結果から判明したので，その成績について報告する。

1 實験方法

Thiourea の2％，1％及び0.5％の溶液を用い，7時間及び16時間あるいは7時間及び24時間種子を浸漬して，所定の時間 20°C の定温器に装置し，後蒸溜水で洗滌してペトリ皿に濾紙を床として，常法により発芽試験を行つた。温度は 20°C で，100粒1区制である。なお対照として，水で処理した区を設けた。又タデ科のものについては，処理時間を24時間及び48時間とした場合についても実験した。供試材料はタデ科11種，禾本科5種，キク科及び十字花科各2種，その他15種，計31種である。採集時期はタンポポは昭和25年5月，ギシギシ，イタドリは8月，その他は9月乃至10月である。

2 雑草種子の休眠の有無について

昭和25年に採集した各種の雑草について，その年の10月に発芽試験を行つた結果によると，発芽の良好であつたのは，ギシギシ，イタドリであつて，その外タンポポ，ノボロギク，イヌノフグリ等もかなりの発芽歩合を示したが，その他は極めて不良であつて，タデ科7種，禾本科3種，十字

第1表　採集した年における発芽試験結果

Table 1　Results of germination test for several weeds in the year when they were yielded.

科名	種類名	発芽歩合	平均発芽日数
		%	日
タデ科	ギシギシ	92.0	3.4
〃	イタドリ	77.0	5.2
禾本科	キンエノコロ	5.0	7.4
〃	スズメノカタビラ	16.0	7.3
アカザ科	アカザ	8.0	5.7
ヒユ科	アオビユ	1.0	5.0
オオバコ科	オオバコ	4.0	9.0
キク科	タンポポ	57.0	5.4
〃	ノボロギク	47.0	7.7
十字花科	エゾスズシロ	1.0	11.0
ゴマノハグサ科	イヌノフグリ	62.0	5.7
ナデシコ科	オオツメクサ	2.0	7.0
〃	ハコベ	5.0	5.0
タデ科	ミゾソバ	3.0	6.0

備考　1)　温度　20°C
2)　置床月日　10月10日～10月11日
3)　発芽試験を行つた期間　10月10日～10月23日全然発芽しなかつたもの
タデ科：サナエタデ，イヌタデ，オオイヌタデ，ソバタデ，オオツルイタドリ，ニワヤナギ．イシミカワ
禾本科：ノビエ，エノコログサ，アキメイシバ
スベリヒユ科：スベリヒユ
ツユクサ科：ツユクサ
十字花科：ナヅナ，スカシタゴボウ
カタバミ科：カタバミ
シンケイ科：ナギナタコウジュ

---

* 作物部普通作物第3研究室

花科2種，その他4種は全然発芽をみなかつた。なおエゾスズシロは，本年採集したものの発芽は極めて悪かつたが，前年採集したものは，かなりの発芽歩合を示した。

これらの雑草について，低温処理の対照に用いたものの発芽歩合をみると，約2箇月間の室内貯蔵で，アオビユ，ナギナタコウジュは容易に休眠が打破されタンポポ，ノボロギク，イヌノフグリ等も発芽歩合の増加がみられ（第2表），Thioureaの影響についての実験結果からみても，ノビエ，キンエノコロ，オオバコ，オオツメクサ，ハコベ等も貯蔵によつてのみでも発芽歩合は高まることがわかる（第6，第7，第8表）。本調査における供試材料で休眠の長いのは，タデ科に属するものであつて，ギシギシ，イタドリの如く極めて発芽の容易なもののある反面，イヌタデ，サナエタデ，オオ

第2表 低温処理の効果（I）

Table 2 Effect of low temperature treatment on the germination of weeds. (I)

科名	種類名	低温処理		対照	
		発芽歩合	平均発芽日数	発芽歩合	平均発芽日数
タデ科	サナエタデ	% 48.0	日 3.5	% 0	日 0
〃	イヌタデ	24.0	7.5	0	0
〃	オオイヌタデ	49.0	4.1	0	0
〃	オオツルイタドリ	0.0	0.0	0	0
禾本科	ノビエ	2.0	4.0	2.0	5.0
〃	エノコログサ	20.0	6.1	6.8	6.5
アカザ科	アカザ	7.0	2.9	8.0	6.5
ヒユ科	アオビユ	97.0	2.7	88.0	4.3
オオバコ科	オオバコ	9.9	5.5	5.0	7.6
キク科	タンポポ	76.0	2.2	70.0	5.1
〃	ノボロギク	24.0	5.5	60.0	5.2
ゴマノハグサ科	イヌノフグリ	23.0	4.5	80.0	3.8
ナデシコ科	オオツメクサ	1.0	9.0	8.0	6.0
シソケイ科	ナギナタコウジュ	60.4	6.5	73.0	6.1
タデ科	ヤナギタデ	43.0	4.2	0	0
〃	イシミカワ	0.0	0.0	0	0
〃	アキノウナギツカミ	64.0	5.5	0	0

備考 1）置床月日 2月6日
2）発芽試験を行つた期間 2月6日～2月24日
3）温度 20°C
4）低温処理 1月13日から2月6日まで5°Cを目標にしたが2～8°Cを上下し，大体5～6°C
5）処理中 アカザ約1.4％，タンポポ約41％発芽していた。

第3表 低温処理の効果（II）

Table 3 Effect of low temperature treatment on the germination of weeds. (II)

科名	種類名	低温処理		対照	
		発芽歩合	平均発芽日数	発芽歩合	平均発芽日数
禾本科	アキメヒシバ	% 0	日 0	% 0	日 0
〃	スベリヒユ	12.0	6.9	2.0	10.5
〃	ツユクサ	14.0	13.3	3.0	14.0
十字花科	ナヅナ	2.0	3.0	0	0
〃	エゾスズシロ	7.0	2.0	0	0
〃	スカシタゴボウ	0	0	0	0
カタバミ科	カタバミ	19.0	4.9	20.0	3.0
ナデシコ科	ハコベ	72.0	3.1	0	0

備考 1）置床月日 2月27日
2）発芽試験を行つた期間 2月27日～3月13日
3）温度 20°C
4）低温処理 （I）と同様，但し1月13日～2月27日

ツルイタドリ等極めて休眠の長いものもあるが，これらのものも，低温処理によつて打破出来ることは[11]第2表によつても，認めることが出来る。

3 Thioureaの影響について

實驗1 タデ科の植物6種について，Thioureaによる休眠打破が可能であるかどうかについて行つた結果によると，サナエタデ，オオツルイタドリでは処理によつて，発芽は促進されるようであるが，発芽歩合は低温処理の結果にくらべると大きくない。オオツルイタドリでは，対照は全然発

第4表 Thioureaの効果（I）

Table 4 Effects of thiourea on the germination of weeds. (I)

科名	種類名	処理	浸漬時間 7時間		浸漬時間 16時間	
			発芽歩合	平均発芽日数	発芽歩合	平均発芽日数
タデ科	サナエタデ	水	% 0	日 0	% 0	日 0
		1.0％	3.0	9.3	1.0	3.0
		0.5％	6.0	9.3	2.0	8.5
タデ科	オオイヌタデ	水	0	0	4.0	5.8
		1.0％	13.0	3.9	22.0	4.8
		0.5％	6.0	4.5	20.0	4.4
タデ科	オオツルイタドリ	水	0	0	0	0
		1.0％	1.0	8.0	2.0	5.0
		0.5％	1.0	6.0	0	0

備考 1）置床月日 2月22日
2）発芽試験を行つた期間 2月22日～3月5日

芽しないが，処理したものは，僅かに 1～2 %に過ぎず，処理の効果かどうかは明らかでない。イヌタデ，ヤナギタデ，アキノウナギツカミでは処理の如何にかかわらず全然発芽しなかつた。

Thiourea の濃度及び処理時間はサナエタデとオオイヌタデでは傾向を異にし，オオイヌタデでは濃度が高く，処理時間は長い方が好結果を示している（第 4 表）。

實驗 2　サナエタデ外 3 種について，更に濃度の高い場合と処理時間の長い場合について実験を行つたが，オオイヌタデでは実験 1 における 1 %，16 時間処理と変らない結果を示しており，処理条件をかえても，発芽の促進はみられない。サナエタデはかえつて発芽歩合は低下しており，イヌタデは全然発芽せず，オオツルイタドリでも好結果はえられなかつた（第 5 表）。

これらの雑草の休眠の原因については，本実験ではふれなかつたが，種皮の不透水性，後熟等の問題については，別個の実験を必要とする。

第 5 表　Thiourea の効果（II）

Table 5　Effect of thiourea on the germination of weeds. (II)

科名	種類名	処理	浸漬時間 24時間 発芽歩合	24時間 平均発芽日数	48時間 発芽歩合	48時間 平均発芽日数
			%	日	%	日
タデ科	サナエタデ	水	0	0	0	0
		2.0 %	1.0	4.0	0	0
		1.5 %	0	0	1.0	2.0
		0.5 %	0	0	1.0	4.0
タデ科	オオイヌタデ	水	0	0	0	0
		2.0 %	22.0	4.4	25.0	3.8
		1.5 %	15.0	4.8	19.0	4.2
		0.5 %	17.0	4.1	22.0	4.4
タデ科	オオツルイタドリ	水	0	0	1.0	7.0
		2.0 %	0	0	0	0
		1.5 %	1.0	4.5	1.0	4.0
		0.5 %	1.0	5.5	0	0

備考　1）置床月日　2 月 13 日
　　　2）発芽試験を行つた期間　2 月 13 日～3 月 1 日

實驗 3　禾本科に属する雑草 5 種について行つたが，処理によつてかえつて発芽歩合が低下することが多く，促進的効果はえられなかつた（第 6 表）。ノビエ，キンエノコロ，スズメノカタビラは，前年秋に行つた発芽試験よりも発芽歩合が高まつていることは，休眠性が時間的経過のみによつて，消滅するものと思われ，種子の後熟によつて，発芽がみられるに到る。

第 6 表　Thiourea の効果（III）

Table 6　Effects of thiourea on the germination of weeds. (III)

科名	種類名	処理	浸漬時間 7時間 発芽歩合	7時間 平均発芽日数	24時間 発芽歩合	24時間 平均発芽日数
			%	日	%	日
禾本科	ノビエ	水	43.0	3.7	33.0	4.3
		2.0 %	56.0	5.3	49.0	6.5
		1.0 %	39.0	4.4	60.0	4.6
		0.5 %	37.0	4.5	39.0	4.4
禾本科	エノコログサ	水	3.0	5.7	10.0	5.4
		2.0 %	14.0	6.1	10.0	6.3
		1.0 %	6.0	5.8	8.0	6.4
		0.5 %	9.0	5.0	16.0	6.2
禾本科	キンエノコロ	水	58.0	5.2	50.0	6.4
		2.0 %	40.0	6.2	53.0	7.8
		1.0 %	52.0	5.6	51.0	5.9
		0.5 %	43.0	5.5	43.0	6.7
禾本科	スズメノカタビラ	水	14.0	7.3	23.0	7.5
		2.0 %	11.0	6.3	23.0	6.7
		1.0 %	9.0	6.4	24.0	7.0
		0.5 %	13.0	7.9	15.0	7.7

備考　1）置床月日　4 月 3 日
　　　2）発芽試験を行つた期間　4 月 3 日～4 月 18 日
　　　3）アキメヒシバは全然発芽しなかつた。

實驗 4　アカザ，スベリヒユ，オオバコ及びツユクサの 4 種について行つた結果によると，前 2 者では Thiourea の処理の効果はみられるが，オオバコでは全然処理効果はない。これは既に休眠性が失われていたためで，採集後これより早い時期において Thiourea の影響をみる必要がある。ツユクサは発芽が非常に不良であるが，しかし前年行つた発芽試験の結果と対比すると，後熟によつて，発芽が促進されるもののように考えられる。Thiourea の処理が多少発芽歩合の向上をみせているが，えられた数値が少ないために処理の効果と断定しえない。ツユクサの発芽については，昭和 20 年に採種したものが，極めて発芽不良であつたが，翌 21 年に採集したものは 65.0 %の発芽歩合を示しており，採種条件によつてかなり発芽が不同であるが，この原因については，採集時期によるものか，又は成熟の程度その他によるものであるか不明である。又これら種子の変温の影響についても，実験を行う必要がある。

Thiourea のアカザ，スベリヒユに対する効果は

第7表　Thiourea の効果（IV）

Table 7　Effects of thiourea on th egermination of weeds.（IV）

科名	種類名	処理	浸漬時間 7時間 発芽歩合	7時間 平均発芽日数	24時間 発芽歩合	24時間 平均発芽日数
			%	日	%	日
アカザ科	アカザ*	水	17.0	4.2	23.0	7.0
		2.0%	72.0	9.6	90.0	10.2
		1.0%	48.0	8.1	77.0	9.5
		0.5%	49.0	9.2	72.0	9.8
スベリヒユ科	スベリヒユ*	水	16.0	4.3	26.0	4.4
		2.0%	37.0	4.4	79.0	4.4
		1.0%	21.0	5.7	81.0	4.6
		0.5%	30.0	5.1	60.0	4.4
オオバコ科	オオバコ**	水	88.9	4.1	91.0	4.2
		2.0%	96.0	4.1	95.0	4.1
		1.0%	89.0	4.1	93.0	4.0
		0.5%	88.0	4.1	89.0	4.0
ツユクサ科	ツユクサ***	水	2.0	8.5	1.0	15.0
		2.0%	5.0	12.2	7.0	13.0
		1.0%	3.0	11.0	5.0	17.8
		0.5%	3.0	12.3	6.0	19.0

備考　1）置床月日　*4月16日　**, ***4月19日

2）発芽試験を行つた期間　*4月16日～5月7日　**4月19日～5月9日　***4月19日～4月27日

第8表　Thiourea の効果（V）

Table 8　Effect of thiourea on the germination of weeds.（V）

科名	種類名	処理	浸漬時間 7時間 発芽歩合	7時間 平均発芽日数	24時間 発芽歩合	24時間 平均発芽日数
			%	日	%	日
十字花科	ナヅナ*	水	3.0	3.7	5.0	3.8
		2.0%	14.0	3.0	23.0	3.1
		1.0%	22.0	3.1	8.0	1.8
		0.5%	12.0	3.3	3.0	3.0
十字花科	エゾスズシロ*	水	1.8	3.0	5.5	3.0
		2.0%	89.1	1.8	69.1	2.8
		1.0%	65.4	1.6	94.5	1.7
		0.5%	36.4	1.8	45.5	2.1
ナデシコ科	オオツメクサ**	水	30.0	3.9	47.0	4.0
		2.0%	65.0	5.2	33.0	4.3
		1.0%	62.7	5.3	71.0	4.3
		0.5%	67.0	4.7	87.0	4.1
ナデシコ科	ハコベ**	水	42.0	2.6	41.0	2.5
		2.0%	23.0	2.8	26.0	2.7
		1.0%	27.0	3.0	40.0	2.3
		0.5%	33.0	2.7	48.0	2.4

備考　1）置床月日　*4月20日　**4月27日

2）発芽試験を行つた期間　*4月20日～4月27日　**4月27日～5月9日

7時間処理より24時間の場合がよく，濃度も行つた実験条件では高い場合が概して好成績であつた（第7表）。

實驗5　十字花科のナヅナ，エゾスズシロ及びナデシコ科のオオツメクサ，ハコベについて行つた。Thiourea の効果は，ハコベではみられなかつたが，他の3種では発芽が促進されることが認められ，特にエゾスズシロではその影響が顕著で，7時間処理では2％，24時間処理では1％の場合が最も高い発芽歩合を示している。ナヅナでは発芽歩合は低いが，濃度が低いと発芽促進の効果は少ないようであるが，24時間処理の1及び0.5％の発芽歩合が少ないのは説明が出来ない。オオツメクサでは7時間処理では，濃度の影響はないが，24時間では低濃度で効果がみられる（第8表）。

4　摘　　要

雑草種子には休眠性のものがあり，貯蔵によつても，その発芽性は高まるが，低温処理によつて，休眠は打破される。しかし Thiourea で処理することによつてもその休眠性は破られるが，雑草の種類によつてその効果は異なる。オオイヌタデ，アカザ，スベリヒユ，エゾスズシロ，オオツメクサ，ナヅナは Thiourea 処理効果が認められ，その濃度は1～2％であつて，浸漬時間は24時間が良好である。

文　　献

（1）Barton, Lela V, 1930： Hasting the germination of some coniferous seed. Contrib. from Boyce Thompson Inst. for Plant Res. Inc. 2：315～342.

（2）——, 1932： Germination of baberry seeds. ibid. 4：19～25.

（3）Deuber, C. G, 1931： Chemical treatments to shorten the rest period of tree seeds. Sci. 73：320～321.

（4）Garman, Helen R., and Lela V. Barton, 1946： Response of lettuce seeds to thiourea treatments as affected by variety and age. Contrib. Boyce Thompson Inst. for Plant Res. Inc. 14：229～241.

（5）岡田要之助・我妻雄治，1942： 種子生態の研究（I）東北地方に於ける野生植物種子の休眠性に

就いて，東北帝大農学研究所報告，第 4 号.
(6) ——・——, 1944： 種子生態の研究 (II) 生育地域と種子の休眠性に就いて，同上，第 7 号.
(7) RALEIGH, G. J, 1943: The germination of dormant lettuce seed. Sci., 98, 538.
(8) THOMPSON, Ross C., and William F. KOSAR, 1938: The germination of lettuce seed stimulated by chemical treatment. Sci., 87, 218～219.
(9) THOMPSON, Ross C, 1944: Germination of lettuce seed at high temperature stimulated by thiourea. Ibid. 100, 131.
(10) ——, Norman L. HORN, 1944: Germination of lettuce seed at high temperature (25 to 35 degrees C.) stimulated by thiourea. Proc. Amer. Soc. Hort., Sci., 45, 431～439.

Summary

The author investigated the effect of thiourea solution on the breaking of dormancy of several weed seeds in arable land and favorable effects were obtained with seeds of *Persicaria tenuiflora*, *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea*, *Erysimum cheirathoides* var. *japonicum*, *Spergula arvensis* and *Capsella bursa-pastoris* var. *auriculata*. The treatment by thiourea was effective mostly with solution of 1～2 per cent and with immersing for 24 hours.

農業經營における馬鈴薯の安定性について

天 間 征*

STUDIES ON THE ECONOMIC STABILITY OF POTATO PRODUCTION IN FARM MANAGEMENT

By Tadashi TENMA

1 問題の所在

北海道農業における馬鈴薯栽培の技術的諸問題は勿論，その経済的諸問題も，従来多数の人々によつて考察され[1) 2) 3) 4)]，その畑作物としての技術的有利性が強調せられ，いわゆる安定作物の名の下に，その栽培は遠く明治6〜8年以来奨励されてきたのである。

栽培技術的有利性については，秋収作物にとつて最大の脅威である冷害に堪える力が強く，粗放栽培にも適応性があり，土地を選ぶことが少ない。従つて自然環境の変化に対しては，比較的安定した収量が期待できるという根拠に基づいている[5)]。

しかしながら，今日のわが国農家経済が少なくとも市場，貨幣経済下における自給経済である以上，個々の農家にとつて重要なことは，その作物の経済的安定性であろう。

つまり，北海道開拓の初期においてならば，馬鈴薯は完全な自給作物であつたから，このような収穫の安定性のみで栽培が持続され得たであろうが，今日では北海道馬鈴薯の商品化率は，府県平均の26.6％を遙かに引離して74.4％であり（昭和25年）[6)]，このような高い商品化率からも経済的安定性が問題となる。

従つて個々の農業経営の内に，その作物がとり入れられているためには，収穫の安定性の外に，市場価格の変動の程度をも参酌しなければならず，結局「それが最終の用途に役立てられる仕方と販売方法の如何によつて」その作物の経済的安定性も決まつてくるのである。

問題を経営経済に限つてみると，わが国の農家経済が，いかに企業的経営から乖離している家族労作経営であるとはいえ，農業経営は依然として「私経済的利益の追求」を目的として営まれている以上，経営にとつては，その作物の価格の均衡状態が「如何なる水準に」決まるかが最大の関心事たらざるを得まい。と同時に一方では個々の小商品生産者たる農家にとつては，市場関係の反映なる価格を，多くの場合与えられたものとして受取らざるを得ないから，農家の側から観念すれば，その作物が長く経営内に止まつている限り，それは私経済的経済性の具体的内容ともいうべき「収益性」を満足するものであろうし，その作物の「収益性」如何が，経営経済における真の意味の安定性の指標となつているであろう。何故ならば，収益性は一方において生産性の具現であるからである。

又この外，経営内における作物間の「土地利用共同」，「土地利用手段共同」，「生産物利用共同」に基づく種々の補完関係も安定性の一指標たることを失わないが，この関係はその作物の収益性の間接的表現あるいは一側面であろう。

かく考えてくると，作物の「経営経済的安定性」とは，収益の長期的実現可能性を意味するものと解される。この場合，如何なる長さの時間にわたり収益を測るべきかということが具体的には問題

* 農業経営部農業経営研究室

となろう。

以上の諸問題に対する手がかりとして，小論における考察は，北海道において従来行われてきた「馬鈴薯生産費調査」[7) 8) 9) 10) 11) 12)] を材料として，考察期間を 戦前（昭和 8～17 年），戦後（昭和 24～27 年）の 2 期に分け，主要馬鈴薯生産地帯における馬鈴薯の「反当収益性」の比較検討に基づいて，北海道馬鈴薯の経営経済的安定性如何を収益性の面から把え，その一斑を明らかにせんとしたものである。

問題への具体的な接近の仕方としては，生産費調査結果に基づく収益性の検討に入る前に，まず考察の背景としての北海道馬鈴薯のたどつた明治以来の商品化の過程を明らかにし，その中で特に「安定性」の内容が 歴史的に如何に 変遷したかに重点をおいた，

収益性の検討では，

1)　北海道馬鈴薯の収益性を，他の主要作物との比較において把え，

2)　その結果得られた馬鈴薯の収益性が，各地域の主要馬鈴薯生産地帯では如何なる存在形態を示しているか，

3)　戦前において検討された馬鈴薯の収益性の有無が，戦後においては社会，経済情勢の変化と共に，如何に変貌を遂げたかを考察せんとした。

2　北海道馬鈴薯の變遷過程

北海道馬鈴薯の変遷過程を展望すると，北方寒冷地農業における適作物（自給作物）として，その意義が高く評価され，明治 6～8 年にかけて，開拓使直営の七重，根室両官園に欧米優良品種が導入されたのを嚆矢とする。

即ち，開拓の成否は第一に開拓民の自給食糧の確保如何にかかつており，開拓当初の耕作技術の未発達，更に米作が不可能視されていた時代においては，豊凶常ならざる北方農業にとつて，馬鈴薯は比較的安定した収量が得られる食糧作物であつた。従つて，爾来一貫した開拓使の馬鈴薯奨励も肯けよう。

その後，北海道開拓は急速に進み，当初の，内地経済の単なる附加的可能性としての経済から脱却して，府県経済と合して，広く日本経済のコスモスとなるに及んで[13)]，明治中期以来農村における商品経済の浸透著しく，又農業生産力の上昇は，明治 30～40 年にかけての 広汎な鉄道開設と 相俟つて，馬鈴薯を単に自給作物として存在するを許さず，他方水稲作の進展により，主食としての意義も漸く減じ，ここに馬鈴薯澱粉として新たな発展の契機を見出したのである。

従つて，明治 30 年代を境として，「収穫の安定性」を強調する根拠は次第にその比重を減じ，日露戦争後のわが国諸産業，就中紡績工業の興隆によつて，従来の加工食品用に加えて，「モスリン用糊」としての需要増加し，明治 43 年に一例を求めれば，当時澱粉に向けられるものは，北海道の総馬鈴薯生産高の 24.4 %を占めるに至り[14)]，外部経済との関連は，ますます緊密の度を加えるに至つたのである。

その後，大正 3 年に始まる世界大戦を機として，北海道馬鈴薯澱粉は，戦乱の欧洲市場の品不足に乗じ，これに進出し，ために 栽培面積は，大正 8 年には 10 万町歩を突破するに至り，これ以後北海道馬鈴薯の市場は国外にまで拡大し，爾後の馬鈴薯問題の焦点は，澱粉問題に集中されるに及んだのである。



第 1 圖　北海道馬鈴薯の栽培面積及び澱粉生産高

Fig. 1　The area under potato cultivation and the amount of starch produced in Hokkaido.

第1表　澱粉類に対する輸入関税の推移

Table 1　Change of the import tariff for starches.

年次 / 種類	大正15年 3.28以前	大正15年 3.29改正	昭和3年 3.29改正	昭和7年 6.15改正	昭和22年 12.16改正
馬鈴薯澱粉	円 1.65	円 2.00	円 2.00	円 2.70	昭和23.
サゴ	2.00	1.00	1.80	2.43	1. 1より
タピオカ	1.05	1.00	1.80	2.43	昭和26.
コーンスターチ	1.65	4.55	2.30	3.10	12. 31ま
その他澱粉	1.65	2.00	2.00	2.70	で無税
カッサバ根	従価1割	従価1割	0.60	0.81	
玉蜀黍	0.30	0.30	0.30	1.70	

拓銀調査部「北海道における馬鈴薯澱粉」による。

しかし，この好況も長くは続かず，大戦終結とともに反落期が到来，逆に安価なサゴ，タピオカ，コーンスターチ等の外国澱粉の侵入するところとなり，国内，国外澱粉の闘争は，第1表にみられる如く，幾度か保護関税を生んだが，効果は少なく，馬鈴薯の収益性は前期と同様，国外市場へ強く依存し，その沈滞期は昭和6年まで続いている。

その後，金輸出再禁止があり，澱粉生産量の減少，及び国内市場の興隆，同7年には澱粉の輸入関税の引上げ，同8年には澱粉の競合物たる「シャム砕米[15)]」の輸入禁止という好条件に加えて，満洲事変の勃発があり，更に昭和6, 7年の凶作年に馬鈴薯の意義が認められ，北海道馬鈴薯（澱粉）は約13年間の沈滞を脱するに至つた。

又一方，昭和10年頃から府県向種子用馬鈴薯の生産が技術上の確信を得るに至り，各地に採種組合の結成をみたが，まず渡島及び羊蹄山麓に種薯生産地帯を生み，従来，上川，宗谷，網走地方に立地していた澱粉生産地帯とともに，「用途による生産地帯」がほぼ形成されるに至つた。

後，昭和16年，「いも類」の統制が実施され，馬鈴薯増産は国家的要請となり，同19年以降主食として配給されるに及んだ。

又この期に多収品種「紅丸」が出現，急激な普及をみたことは，馬鈴薯栽培技術史上一つのエポックを劃するものとして見逃せないであろう[16)]。

又昭和13年頃より，馬鈴薯を原料とするアルコール製造工業が，軍の需要によつて拍車をかけられ，昭和16年以降，全出廻高の1割内外を占めるに至り，食用と合して生馬鈴薯の比重は大いに高まり，一方澱粉生産は著しく減少するに至つた。

更に戦後においては，食糧不足は一層過酷であり，馬鈴薯の価格吊上政策及び補助金政策もあつて，生食用としては，北海道馬鈴薯は立地条件が自由経済時代には不利であるにもかかわらず，価格が一率に押えられていたため，第一次世界大戦中に次ぐ好況期を現出したのである。

結局，北海道馬鈴薯（澱粉）の景気恢復期ともみられるこの期は，食糧増産の国家的要請，補助金及び価格吊上政策によつて維持された安定期であるといえよう。

しかし，昭和24年頃から漸次食糧不足が緩和せられるにつれて，馬鈴薯の主食としての地位も低下し，統制撤廃とともに再び澱粉原料用として，その8割余りが向けられるに及んで種々の悪条件，即ち甘藷澱粉及び輸入砂糖との競合などの諸問題を内包するに至つた[17)]。

3　北海道における主要作物中に占める馬鈴薯の収益性について（戦前）

北海道における主要作物の数種をとりあげ，それら作物の生産費と価格とを対比すると，第2表の如く，100％以上，価格が生産費を補償しているものは馬鈴薯のみで，菜種，玉蜀黍がこれに次ぎ，甜菜に至つては，その7割を占めるに過ぎな

第2表　北海道における主要作物の価格と生産費（戦前）

Table 2　The relation between the selling price and the production cost of main crops in Hokkaido.

種類	単位	価格	生産費	生産費に対する価格の比率
馬鈴薯	15貫	円 1.12	円 1.11	% 100.9
米	1石	27.18	35.96	75.5
大麦	3.9斗	8.80	10.69	82.3
大豆	4.4斗	6.54	7.14	91.6
小豆	4斗	7.93	10.99	72.1
甜菜	1,000斤	5.99	8.57	69.8
玉蜀黍	4.4斗	4.90	4.99	98.1
菜種	5斗	9.49	9.60	98.8

北海道庁「主要農作物生産費調査書」による。昭和8〜13年の平均。

い。このような馬鈴薯の相対的有利性は，この生産費調査に関する限り，戦前のどの年をみてもみられるところである。

次に，同じ資料によつて馬鈴薯と作付競合にある作物を選んで馬鈴薯の収益性と対比すると――収益性測定の尺度には種々な基準が存在するであろうが，ここでは一応反当純収益の外に，粗収益，家族労働報酬，労働1日当報酬等をとる――第3表において，馬鈴薯は反当粗収益では29円43銭で甜菜につぎ，労働1日当報酬では諸作物の相対比においては，あまり勝つてはいないが，当時の労務者賃金が，1円40銭内外であつたことから，かなりの高さにあるものといわねばならない。

第3表 北海道における主要作物の収益

Table 3 The profit of each main crop production in Hokkaido.

種類	反当粗収益	反当生産費（家族労働費を除く）	家族労働報酬	労働1日当報酬
	円	円	円	円
馬鈴薯	29.43	23.39	6.04	1.33
大豆	14.91	10.06	4.85	1.42
小豆	16.05	11.58	4.48	1.11
甜菜	33.01	29.90	3.10	0.41
玉蜀黍	21.89	14.83	7.05	1.27
菜種	19.12	13.80	5.31	1.98

北海道庁「主要農作物生産費調査書」による。昭和8～13年の平均。

更に，第3表で，労働1日当報酬の最底である甜菜では，反当粗収益は最大であり，反当粗収益の少ない大豆，菜種では労働1日当報酬は高く現われて，その作物の経営的性質の一斑を示している。

4 北海道馬鈴薯作における収益性の存在形態

前章では，主要作物に対比した，馬鈴薯の収益性を考察したが，ここでは先に全道平均として把握された馬鈴薯の収益性が，北海道主要馬鈴薯生産地帯といわれる地域の経営では，如何なる存在形態を示すかをみたい。

なおその前に，断つておかねばならないことは，戦前の昭和8～17年の10ヵ年間の生産費調査資料である北海道庁農務部農産課による「主要農作物生産費調査書」は，その基礎たる調査農家数が非常に少ないということである。この調査要綱によると，「各地域の主要地において，その地方中等程度の経営をなせる農家にして，簿記々帳能力を有する農家の自作，小作各1戸を選出し」となつており，従つてこれらの結果から，その町村を比較することは，非常に誤りが多いが，これらの調査を時系列的に比較的長期間をとることによつて，又後述するが如き馬鈴薯の，市場条件に基づく生産，流通両過程における著しい地域差と，その高い商品化率によつて，他作物に比して，個々の馬鈴薯経営は，地域的な諸影響を受けることが大である。従つて以下の分析における地域経営の比較は，現われたものが単に経営の個体差といわれるもの以上に，多くの立地条件に起因する差異を含んでいるのである。

今，比較し得べき主要生産地帯を，七飯村（渡島支庁），狩太町（後志支庁），士別町（上川支庁），美幌町（網走支庁）の4ヵ町村とし，それらの地域経営の馬鈴薯価格と生産費との関係を第4表についてみると，

第4表 馬鈴薯の価格と生産費

Table 4 The relation between the selling-price and the production cost of potato in four villages.

町村名		価格	生産費	生産費に対する価格の比率
		円	円	
七飯	A	1.68	1.12	150.2
	B	1.77	1.14	154.5
狩太	A	1.88	1.70	110.1
	B	1.57	1.32	119.2
士別	A	1.55	1.57	98.4
	B	1.47	1.59	92.4
美幌	A	0.97	0.91	107.2
	B	1.20	1.12	107.8

A：自作，B：小作。

北海道庁「主要農作物生産費調査書」による。昭和8～17年の平均

「七飯B」における154.5％から，「士別B」の92.4％に至るまで，地域経営的にかなりの差異が看取せられる。

それは，馬鈴薯価格が地域的にもかなりの開き

があるということ及び反当収量が，「士別 A」の 269 貫から「七飯 A」の 555 貫まで 2 倍以上の差異を有することによるが，収量と価格の差がこのように顕著なのは，経営個体あるいは地帯による耕作技術段階の相違は素よりのことであるが，馬鈴薯の商品としての用途が種々分化していることに起因する。つまり販売方法の如何が至大な影響を与えているのである。

概察的にみて，「七飯」は種子用地帯，「狩太」は種子用，蔬菜用混作地帯，「士別」，「美幌」は，戦前では澱粉用地帯にそれぞれ属しており，種子用生産では，種薯検査規則の存在もあつて，肥培管理，病害虫防除も充分行わざるを得ず，いわゆる「健全薯」生産のために栽培は必然的に集約化の方向に進行する。食用蔬菜用では「味覚，形，色」等が尊重せられ，澱粉用に至つては，ただ収量のみが問題とされるに過ぎず粗放な馬鈴薯栽培が行われているのであつて，このようなそれぞれの分化地帯を形成し，従つて集約度段階に差異を有するのは，技術的要因の外に，市場への立地条件，経営規模，地代との対比において把えられよう。

一般的にいえば，蔬菜用にあつては，都市，炭礦周辺，漁村等に立地し，種子用では，道南地方に作付が多くみられ，価格は両者とも澱粉用に比して高い。

次に，それらの地域における諸経営の「反当収益性」をみると（第5表），「美幌」，「士別」では，「七飯」，「狩太」に比して反当純収益は勿論，粗収益，労働報酬いずれをとつてみても低く，収益作物としては現象していない。

前章までの諸資料からは，馬鈴薯は北海道畑作における収益作物という結果が一応出されたが，それは全道主要生産地帯の平均で押えたからで，それぞれの各主要生産地帯の経営では，著しい収益差がみられ，特に「七飯」の種子用，及び「狩太」の種子，蔬菜用混作地帯での高い収益性によつて，全体として，そのような傾向が現われたのである。

第5表　各地における馬鈴薯の収益性

Table 5　The profit of each potato production in four villages (Before the World War II).

町村名		反収	反当粗収益	反当純収益	反当労働報酬	1日当労働報酬	備考
		貫	円	円	円	円	
七飯	A	555	53.13	11.80	20.44	2.33	6年間
	B	433	47.00	14.40	28.02	2.79	
狩太	A	347	40.78	5.72	11.38	3.41	10年間
	B	389	40.56	8.84	12.69	4.78	
士別	A	269	25.28	− 0.08	4.16	1.57	9年間
	B	369	34.60	− 4.16	2.92	0.78	
美幌	A	300	17.89	0.03	3.38	1.51	7年間
	B	336	25.24	− 0.37	5.29	1.89	

A：自作，B：小作，北海道庁「主要農作物生産費調査書」による。昭和 8〜17 年の平均。

1 日労働時間を 10 時間とした。

第6表　各地における馬鈴薯反当純収益

Table 6　Comparison of the net profit of potato production (1933-1942).　（単位・円）

町村 ＼ 年次		昭和8年	昭和9年	昭和10年	昭和11年	昭和12年	昭和13年	昭和14年	昭和15年	昭和16年	昭和17年	平均
七飯	A	− 2.15	− 4.74	18.03	26.39	10.20	34.38	12.67	—	—	—	13.54
	B	8.86	0.09	15.12	21.92	10.20	32.96	23.46	—	—	—	16.90
狩太	A	1.16	− 1.35	− 3.54	8.01	12.50	− 11.51	16.74	4.26	15.38	− 8.59	3.31
	B	− 2.58	0.18	1.89	2.12	8.37	11.68	47.07	5.70	2.53	− 1.17	7.58
士別	A	0.48	− 5.29	0.29	1.92	− 5.51	4.80	11.75	− 10.67	− 9.95	—	− 1.35
	B	1.51	− 2.22	− 3.03	5.53	− 3.76	− 0.78	− 7.55	− 17.85	− 20.46	—	− 5.40
興部	A	—	—	—	—	—	—	—	13.30	7.46	18.49	13.08
	B	—	—	—	—	—	—	− 2.19	− 18.81	− 1.24	18.49	− 0.93
美幌	A	− 6.91	− 3.89	0.13	3.70	− 5.98	− 6.20	10.50	—	—	—	− 1.23
	B	− 1.07	− 3.10	− 1.69	4.25	—	2.01	− 1.79	—	—	—	− 0.73

A：自作，B：小作。北海道庁「主要農作物生産費調査書」による。

これらの事情は，第6表において一層明瞭となろう。この表は昭和 8～17 年の 10 カ年中，調査が 4 年以上続いている町村だけを とりあげ，連年の馬鈴薯の反当純収益を表わしたものであるが，「七飯」，「狩太」では収益正の年が多いが，「美幌」，「士別」では，正負相半ばし，「鳥取」（釧路市），「角田」（空知支庁）に至つては，ほとんど連年純収益は負を示す。

又第 4 表において，「美幌」では生産費がペイされていたにもかかわらず，第 4 表では純収益負の年が多いのは，馬鈴薯の運搬能性劣るため販売費用が，かなりかかつていることによるもので，第 7 表から，馬鈴薯が甜菜についで高い販売費用を要することが知り得よう。この点もまた，見逃すことのできないことである。

次に，「七飯」，「狩太」，「士別」，「美幌」の 4 カ町村の生産費の内容を検討してみると，第 8 表は昭和 8～17 年の平均生産費であるが，各生産費目のウェイトから幾つかの特徴あるものを把むことができる。

まず「美幌」，「士別」，「狩太」，「七飯」の順に生産費額が漸増しており，更に第 5 表との対比において，おおよそ生産費の高さに応じて収益性が増大していることが知られよう。

即ち，或る程度北海道馬鈴薯の戦前における収益性は投下資本の函数として現われており，馬鈴薯の集約化能性が高いことがうかがえよう。

又個々の生産費目において，地域経営により明瞭なる差異が見出されるのは，種子費，肥料費，

第 7 表　各作物の反当販売費用

Table 7 The sellingcost of each crop in Hokkaido (1933-1935).

作物名	昭和 8 年	昭和 9 年	昭和10年	平均
	円	円	円	円
大豆	0.30	0.20	0.17	0.22
小豆	0.27	0.10	0.09	0.19
亜麻	1.17	1.01	0.79	0.99
馬鈴薯	3.10	0.70	1.29	1.70
甜菜	2.83	3.32	3.19	3.11
玉蜀黍	0.44	0.24	0.19	0.29
菜種	0.38	0.25	0.32	0.32
大麦	—	—	1.01	1.01

北海道庁「主要農作物生産費調査書」による。

第 8 表　各生産費目の割合

Table 8 Percentage on each item of production cost.　（単位・円）

作物　費	自小作別	種子費	肥料費	諸材料	農舎費	農具費	土地改良	土地資本利子	小作料	租税諸負担	労働費	畜力費	計
七飯	A	4.15	13.93	2.94	0.26	0.72	—	4.54	—	0.50	10.35	3.95	41.34
	B	3.81	11.21	2.69	0.19	0.35	—	—	2.43	0.20	9.91	1.80	32.59
狩太	A	4.97	13.57	0.89	0.19	0.75	0.05	2.70	—	0.97	6.98	4.00	35.06
	B	5.98	12.02	0.84	0.16	0.73	0.17	—	2.97	0.38	5.61	2.84	31.71
士別	A	3.85	9.63	0.26	0.23	0.48	0.04	2.73	—	0.44	5.14	2.56	25.37
	B	3.21	13.99	0.93	0.39	1.46	0.54	—	3.38	0.59	9.56	4.72	38.71
美幌	A	2.25	4.40	0.61	0.14	0.24	0.01	2.48	—	0.78	4.23	2.73	17.86
	B	3.32	7.65	1.14	0.20	0.48	0.08	—	3.05	0.26	7.55	1.87	25.61
(同上費目割合)%													
七飯	A	10.3	33.4	7.1	0.6	1.7	—	11.0	—	1.2	25.1	9.6	100
	B	11.8	34.7	8.2	0.6	1.1	—	—	7.5	0.6	30.4	5.1	100
狩太	A	14.2	38.8	2.5	0.6	2.2	0.1	7.7	—	2.8	19.9	11.2	100
	B	18.9	37.9	2.7	0.5	2.3	0.5	—	9.3	1.2	17.8	8.9	100
士別	A	15.2	37.9	1.0	0.9	1.9	0.2	10.8	—	1.7	20.3	10.1	100
	B	8.3	36.1	2.4	1.0	3.7	1.4	—	8.7	1.5	24.7	12.2	100
美幌	A	12.6	24.6	3.4	0.8	1.3	0.01	13.9	—	4.4	23.7	15.3	100
	B	12.9	29.9	4.5	0.8	1.9	0.3	—	11.9	1.0	29.5	7.3	100

A：自作，B：小作。北海道庁「主要農作物生産費調査書」による。

諸材料費，労働費等で，このうちの種子費は，馬鈴薯が疫病，萎縮病等にかかり易く，病害多発地帯及び種薯生産地帯では，種薯を年々更新せざるを得ず，これを優良薯生産地帯から購入するか，あるいは又経営内において生産せねばならず，かかる理由に基づいて，地域によつてその種子費にかなりの差異を有するに至るもので，この点，米，麦，雑穀の生産費の場合に比して特徴的である。

諸材料費については，その主たる内容をなしているのは，この場合俵装材料であつて，通常澱粉原料用のものは俵詰めせず，ばら積みのまま直接周辺澱粉工場に運搬されるが，これに反し種子用，蔬菜用等では俵詰めが必要で,「七飯」における高い諸材料費を説明できよう。

5 各馬鈴薯生産地帯の諸特徴（市場關係）

前章において，馬鈴薯の収益性が，地域を異にするに従つて，即ち用途による生産地帯によつて著しく異なるのをみたが，収益性は窮極的には，その市場関係によつて強く規制されざるを得ないから，以下の行論においては，種子用，蔬菜用，澱粉用の各生産地帯の市場関係について，極く概観的であるが，前出4カ町村を例にとつて，考察を加えたい。

まず一般的な事情を第9表によつてみると,「士別」,「美幌」では貨幣価値量として把えた馬鈴薯産額に対する澱粉産額の比重の大いさからみて，大部分のものが澱粉用に使用されていることが知られ，これに反し「七飯」では澱粉生産は無視し得べき存在ともいえ，その大部分はそれ以外の用途——種子用——に向けられ，「狩太」では種子，

第9表 4カ町村における澱粉生産の割合

Table 9 Percentage of starch production in four villages (1937).

町村名	馬鈴薯総産額（A）	澱粉産額（B）	B/A×100
七飯	円 117,354	円 4,620	% 4
狩太	410,260	177,756	43
士別	416,958	423,583	102
美幌	280,220	251,271	90

北海道統計による。

蔬菜用の外，澱粉生産もかなり存在している。

(1) 七飯村

渡島地方は北海道でも古くから開けたところで，就中七飯村では幕末に既に馬鈴薯栽培がみられ，明治6年には同村に設置された七重開墾場に，米国種が初めて導入されたという歴史もあり，更にわが国における「男爵薯」発祥の地でもある関係上，古くから一貫して馬鈴薯栽培が盛んであつた。ここでは明治中期～大正中期頃は澱粉生産が主要なものであつたが，後に内地府県及び外地（朝鮮，満洲）へ種薯としての需要増加につれ，栽培面積も増加した。

この地方で「男爵薯」の作付が多いのは，それが生育期間短かく，収穫期が早いため，跡作に秋大根，蔬菜類を栽培できるからである。

馬鈴薯の消流状況は，現在に至るまで府県向種薯及び蔬菜用馬鈴薯，その残余を自家澱粉原料に消費している。需給関係についてみると，種子用では市場たる府県の馬鈴薯栽培面積によつて供給量が規制され，蔬菜用では都市の需要に規制されざるを得ない。その上，府県側の需要時期，種薯の貯蔵技術，輸送上の難点[18]もあつて,「澱粉」とは異なつて，出荷時期が非常に限定されるから，価格の年次的変動は大きい。

(2) 狩太町

狩太町における戦前の馬鈴薯作付は，全耕地面積の約3割で，又その3割余が羊蹄山麓の冷涼地帯において種子生産として耕作され，七飯村と同様府県及び外地向け出荷が行われていた。又この地域は道内主要馬鈴薯生産地帯中，渡島支庁の亀田村，七飯村についで交通地位（販売地位，購売地位）は良好で，農産物の集荷，販売機関の存在も豊かなことから，それぞれの用途——蔬菜用，種子用，澱粉原料用——に対する供給の転換が比較的容易で，又逆に商業資本の存在は，管内農家にかなり企業者的性格を与えていることも事実である。

狩太町では澱粉生産もまた，古くから行われ，農家副業的小規模澱粉工場が，馬鈴薯生産農家数戸の共同所有の形で濫立しており，士別，美幌両町に比して，1工場当澱粉生産高は遙かに少ないことは第10表に看取せられる。結局自家加工に

よる澱粉生産なのである。

第10表　各町村における1工場当平均澱粉生産高
Table 10　The amount of starch produced in each factory of four villages (1937).

町村名	工場数	生産額	昭和12年1工場当生産数
		斤	
七飯村	4	42,000	1,050
狩太町	78	4,981,875	6,387
士別町	26	7,212,150	277,386
美幌町	41	4,475,550	109,160

「北海道統計 65 号」による。

ここでは出荷期に，地元工場によつて原料馬鈴薯が，買いたたかれることも少なく，共同所有工場によつて製品化し，これを有利に販売できるが，その反面，工場の固定資本の負担から，価格の如何を問わず，毎年多少でも澱粉生産を行わねばならない。

(3)　士別町，美幌町

士別，美幌両町では，馬鈴薯はほとんど澱粉原料として向けられ，前掲第10表より知られる如く，比較的少数の企業的澱粉工場が存在しており，その地域における価格成立に際し，供給者と需要者間の力関係において，供給者たる馬鈴薯生産農家に対する農村工業資本の支配という形態をとる。特に澱粉用にあつては，馬鈴薯の運搬能性低きことと関連して，市場が地域的，封鎖的なことからして重要なる点である。美幌では戦前の馬鈴薯価格は，他主要生産地帯たる七飯，狩太，興部，士別，角田，鳥取に比し，連年低いことからも，このことが裏付けられよう。

以上，第4，5両章において，戦前の各地域における馬鈴薯の収益性について検討したが，それらの有無は，これを要するに，馬鈴薯の生産過程における投下資本の質や量に，従つて又集約度段階，及びそれぞれの用途に基づく市場の性質にこれを求められようが，具体的には個々の経営の収益性は，次の如き事情によつて強く差異を有するに至る。

1)　澱粉用馬鈴薯生産農家にあつては，経営内に澱粉加工部門を所有しているか否か（市場が地域的なため豊作年には原料買入価格がさげられる場合が多く，収量と価格の間にかなりの負の相関が地域的にみられる）。

2)　市場に対する立地条件の優劣及び市場の大きさ。

3)　その地域における澱粉工場の数及び性質。

6　戦後における變貌

戦後における，馬鈴薯をめぐる一般的事情は，既に第2章で若干触れたが，昭和24年に至る統制期間中は，補助金政策，価格政策等が行われ，25年からは澱粉の政府買上措置が講ぜられ，更に昭和28年に「価格安定法」が制定されるなど，一連の保護的政策が形成せられ，第11，12両表に明瞭にみられる馬鈴薯の高い収益性は政策に支えられている感が深い。特に昭和24年に至る間は，他作

第11表　北海道における主要農作物の反当純収益
Table 11　The net profit of each main crop per Tan in Hokkaido (1945-1952).

作物名	昭和20年	昭和21年	昭和22年	昭和23年	昭和24年	昭和25年	昭和26年	昭和27年	備考
	円	円	円	円	円	円	円	円	
馬鈴薯	141.36	325.21	−384.55	2,223.21	1,504.00	Ⓐ 1,311 Ⓑ −934	4,093 7,098	893 2,997	Ⓐ一般用 Ⓑ種子用
大豆	−28.49	−256.11	—	294.62	−13.00	1,973	3,578	4,537	
小豆	−27.08	−371.80	—	−1,771.33	−2,107.00	2,056	6,230	7,005	
菜豆	26.68	−248.57	—	−362.10	−597.00	607	2,140	5,900	
豌豆	—	−283.84	—	—	—	207	2,695	4,243	
燕麦	−0.46	−428.31	—	—	—	821	1,575	—	
甜菜	−7.64	−40.48	—	—	—	—	−1,516	671	
菜種	−7.64	−573.10	—	−459.74	−3,843.00	1,870	5,801	—	
玉蜀黍	—	−289.63	—	—	—	—	—	−3,032	

各生産費調査報告より。

物のほとんどが収支償わないのに反し，ひとり馬鈴薯のみ高い収益を示しているのである。

しかしながら，このように戦後馬鈴薯の収益性が一連の保護政策に支えられている一方において馬鈴薯農業の内部において，顕著な生産力の上昇の存在することを見逃すことはできない。即ち，昭和元～5年を100とした，戦後の反収の指数は，

第12表　主要農作物の価格と生産費

Table 12　Relation between the selling price and production cost of main crops in Hokkaido.

作物名	単位	価格	生産費	生産費に対する価格の比
馬鈴薯(種子)	貫 10	円 246.8	円 201.1	% 122.7
同　(一般)	貫 10	259.9	207.8	125.1
米	石	555.1	5,858.0	94.7
秋小麦	石	2,939.0	3,279.0	89.6
大豆	貫 10	1,374.0	1,020.0	134.6
小豆	貫 10	1,779.0	1,863.0	95.4
甜菜	斤 1,000	200.0	2,621,0	76.3
菜種	斤 100	3,118.0	2,746.0	113.5

北海道統計調査事務所「農産物生産費調査」による。昭和24～26年の平均。

第13表　各作物の反収の推移

Table 13　Change of yield per Tan on each crop.

作物名＼年次	昭和元年～5年	昭和6年～10年	昭和11年～15年	昭和16年～20年	昭和21年～26年
大麦	100	89	82	67	90
裸麦	100	88	99	72	87
小麦	100	91	99	76	80
燕麦	100	90	92	72	83
馬鈴薯	100	87	123	122	134
大豆	100	62	95	81	103
小豆	100	67	109	81	93
菜豆	100	68	91	74	93
玉蜀黍	100	76	101	77	82
亜麻	100	98	103	98	85
甜菜	100	96	178	54	53
はつか	100	90	97	92	100
そば	100	67	98	83	79
きび	100	62	97	79	91

北海道統計書，農林統計表及び農林統計速報により算出。

北海道農業研究所「北海道農業研究」第2号，p. 9より。

麦類，小豆，菜豆，甜菜等いずれも100に満たないのに反し，馬鈴薯は大豆，薄荷のそれぞれ103, 100を大きく引離して134となつているのである。

このように戦後，反収の増大が著しい理由は，戦前では馬鈴薯の栽培上の特質たる，粗放栽培に堪え，土地を選ぶことが少ないという性質に基づいて，栽培があまり集約化されていなかつたことに基づくのである。

戦時，戦後，農作物の増産が強く要望され，馬鈴薯の収益性が特に増大するとともに，この栽培部門に対する病害虫防除，肥培管理も徹底し，更に多収品種「紅丸」の普及もあつて，このような反収の増大となつて現われたのであろう。

しかしながら，その間の事情は，地域的にかなりの相違があつて，第14表にみられる如く，特に増収傾向が目立つのは，戦前において比較的粗放な栽培が行われていた上川，空知，網走等のいわゆる澱粉生産地帯であつて，第5表との対比において著しいものがある。

しかし，その反面，渡島地方の種薯地帯，羊蹄山麓の混作地帯など，戦前において比較的集約栽培が行われていたところでは，反収は頭打ち，もしくは低下の傾向さえみられるのである。結局反収は地域的に次第に平均化されて来ているといえよう。

第14表　北海道馬鈴薯の収益性（戦後）

Table 14　The profit of each potato production in five villages (after the World War II).

町村名	反当収量	反当粗収益	反当純収益	反当労働報酬
亀田村	貫 463	円 18,032	円 2,277	円 4,879
狩太町	355	10,098	723	2,596
鹿追村	453	11,723	3,255	4,675
幌加内町	437	11,191	4,113	5,291
美幌町	497	16,618	4,246	6,275

北海道統計調査事務所「農産物生産費調査報告書」による昭和24～27年の平均。

このような平均化傾向は収益性にも現われており，同表の戦後の5ヵ町村における収益性の対比においても，亀田村の種薯地帯を除き，反当粗収益，反当労働報酬，反当純収益，いずれも各地域共非常に平均値に近づいていることが知られる。

以上，戦後においては，保護政策に基づく収益

第15表 馬鈴薯澱粉の用途の変化

Table 15 Change of the uses of potato starch.

用途 / 年次	糊用 数量	糊用 比率	飴用 数量	飴用 比率	食用 数量	食用 比率	工業用その他 数量	工業用その他 比率	計 数量	計 比率
	袋	%	袋	%	袋	%	袋	%	袋	%
昭和8年	443,211	36	73,868	6	603,260	49	110,803	9	1,231,142	100
昭和25年	265,561	13	776,256	38	490,267	24	510,694	25	2,042,778	100

拓銀調査部「北海道における馬鈴薯澱粉」所収。

性の著しい増加と，それに並行する生産力の著しい上昇傾向が考察されたが，経営経済的立場を離れて，馬鈴薯（澱粉）市場に対する視野を広めるとき，そこに数々の不安定要素の発生していることを知る。

即ち，戦後の食糧難の緩和とともに，主食としての馬鈴薯の地位は急激に低下し，25年には，統制は撤廃され，広範に国内需要が減退する一方，栽培面積はわずかに1万町歩余を減じたのみで，当然そこに生産過剰を生むに至つた。又かつて馬鈴薯澱粉総需要量の半ば近くを占めていた糊用澱粉は，戦後における国内紡績業衰退とともに減じ，第15表にみられる如く，昭和8年における36％から25年の13％にまで下降し，又再びセーゴ，タピオカ，コーンスターチ等の外国澱粉によつて，その方面の需要をも奪われたのである（第16表）。従つて馬鈴薯澱粉の市場開拓は，戦後の砂糖不足に乗じ，水飴をはじめとする甘味原料へと，その8割余を向けるに至つた。即ち16表にみられる諸用途中，工業用にはぶどう糖製造，食用には菓子原料用が含まれており，甘味材料へ向けられるものは事実上相当に高いのである。

しかし砂糖もこれまた，昭和27年統制徹廃されるに及んで，この方面への需要もまた減退するに至つた。

又昭和10年以来，生産量において馬鈴薯澱粉を凌駕した甘藷澱粉は，水飴原料として互に戦後，競合の度を強め，その低生産費を利として，かつての馬鈴薯澱粉市場を蚕食するに及んだ。しかしかかる反面，昭和25年5月，同27年11月，食糧管理特別会計による澱粉の政府買上げ措置が発令され，更に28年，価格安定法の成立により最底価格による政府買上げが法制化されるに至つたが，これが文字通りの最底価格であるため，前途に楽

第16表 各種澱粉の用途（昭和25年）

Table 16 The use of each starch (1950).

種類 / 用途	糊用	飴用	食用	工業用その他	計
馬鈴薯澱粉	13%	38%	24%	25%	100%
甘藷澱粉	1	97	1	1	100
コーンスターチ	61	—	—	39	100
セーゴ	56	—	44	—	100
タピオカ	34	18	27	21	100

馬鈴薯談話会「いも通信」1952, 10月号所収。

観を許さない。

しかしながら，このような市場関係の悪化にもかかわらず統制廃止後今日に至るまで，他作物に比し相対的には，次第に収益は減じつつあるが，それにしても市場関係の悪化している情勢下において，価格はなお生産費を償うこと130％[12]に及んでいることは，北海道における馬鈴薯の本質的安定性を証左するものではなかろうか。結局北海道馬鈴薯（澱粉）は広範な，そして潜在的な需要を有しているということで説明される外はない。

又仮に今後，北海道馬鈴薯の価格が，生産費を割るに至つたとしても，農業経営内における飼料，家計仕向としての自給的役割，輪作における根菜類としての意義等から考えて作付転換が急激に行われることはないであろうし，馬鈴薯の持つ経営経済的性質からも，市場価格の変動を緩衝する機能を有することは，その生産費に占める内給的費用が，戦前ではおよそ72％，戦後においても61％にも及んでいることからも，その一面を説明することができよう。

7 要　　約

以上，農業経営における北海道馬鈴薯の安定性について，戦前，戦後の馬鈴薯の反当収益性を比

較考察することによりこれをみてきた。

材料たる各種の馬鈴薯生産費調査に現われた限りにおいて，次の如き推論が下せよう。

(1) 戦前の馬鈴薯の収益性は，一般に他作物に比して高く，この点，安定作物といえようが，地域経営的な差異が高く現われている。

(2) その収益性の有無は，生産過程における合理化の程度は勿論であるが，それぞれの用途への販売方法の如何に関連するところが大である。

(3) 馬鈴薯価格は用途によつて差異を有する外，同一用途にあつても，澱粉用では市場が地域的に限定されるから，地域澱粉工場の数及び性質によつて，価格の地域差は相当に著しい。

(4) 戦後における収益性は，戦前とその態様を異にし，種々の保護政策に裏打ちされたものであるが，その反面生産力の上昇は顕著で，集約栽培の進展は，主要生産地帯における収益性の地域的差異を減じ，収益性に平均化の傾向を生じている。

このように，経営経済の立場から考察した馬鈴薯の安定性は，相対的にみて，かなり高いと断定せざるを得ないであろう。

参考文献

1) 桃野作次郎 (1952)： 北海道における馬鈴薯農業の展開とその課題，法経会論叢 12 集.
2) 逸見謙三 (1949)： 北海道の馬鈴薯澱粉，農業総合研究，9 巻.
3) 前田 収 (1951)： 北海道における馬鈴薯澱粉，拓銀調査資料第 9 集.
4) 北海道農会： 農業経営よりみたる馬鈴薯，農業経営資料第 26 編.
5) 中山林三郎 (1951)： 北海道における稲反収の年変異に関する研究，北海道立農試報告，2 号，p. 38～39.
6) 農林省統計調査部 (1953)： 農産物の商品化に関する調査報告.
7) 北海道庁農産課 (1933～1942)： 主要農作物生産費調査書.
8) 北海道農業会 (1945, 1946)： 農産物生産費調査成績.
9) 北海道指導農協連 (1947)： 北海道農産物生産費調査.
10) 農林省北海道作物報告事務所 (1948)： 北海道農産物生産費調査.
11) 北海道指導農協連 (1949)： 主要農産物生産費調査資料.
12) 農林省北海道統計調査事務所 (1950～1952)： 北海道農産物生産費調査.
13) 東畑精一 (1949)： 北海道農業の展開序文，農業綜合研究，9 巻，p. 1.
14) 北海道庁内務部 (1919)： 馬鈴薯に関する調査，p. 18.
15) 岩瀬 亮・渡辺恵三 (1936)： 日本及び各国澱粉事情，p. 141.
16) 天間 征 (1953)： 馬鈴薯品種の変遷をめぐる社会経済的環境，北農，20 巻，11 号，p. 18.
17) 天間 征 (1954)： 北海道馬鈴薯の商品化過程の展望，北方農業，4 巻，3 号.
18) 内田重義・田口啓作 (1943)： 馬鈴薯，北海道農試彙報，第 62 号，p. 104.

Résumé

The cultivation of potatoes in Hokkaido has continued since about 1874. The cultivated area only 180 thousand acres, which comprised 9.7 per cent of total farming areas in Hokkaido in 1951. Ninety-four per cent of total farms, however, cultivate for self-sustenance or for markets.

Potatoes in Hokkaido are usually called a "stable crop", being based on the characteristic of the certainty of harvest. But, on the other hand, it is the most important thing at present whether potatoes are keeping there "economic stability" or not, because it is the object of farm management to secure a maximum net profit rather than for the greatest yield.

Thus the problems of production in farm management will be concentrated on the "economic stability", particularly for the marketing of each crop. Then, the "economic stability" may be measured by the profit per unit area of each crop.

From such a point of view, the author made a study on the "economic stability" of potato production in farm management in Hokkaido. This study is based on the compari-

son of the profit of potatoes per Tan on some farms in the main potato production regions, in which potaotes are planted as a main crop for markets.

Through the censuses of production cost for potatoes, we could observe the facts as follows :

(1) The potatoes produced in Hokkaido are used generally in three ways. This point may be noted by referring to the next table, which shows the percentage of the uses of potatoes produced in Hokkaido.

For seed ························8 %
As vegetables ···············5 %
For starch materials ······87 %

The profit factors of potato production is often influenced by the uses, that is, whether the potatoes are sold for seed or as vegetable or used for starch materials.

(2) The average profit of potato production from 1933 to 1942 has proven greater than other important crops, so potatoes may be a crop good for economic stability, but the profit of each of the potato production areas differs considerably.

(3) Referring to the potatoes as a starch material, the profit has some relation to the character of local starch production factories.

(4) On account of the potato protective policy that was adopted after the World War II, the increasing profit was remarkable ; as a result, the cultivation of potatoes in lower yield region has been moving towards the more intensive farming, so that the big differences of profit in the main production areas are gradually disappearing.

羊毛フリースの推定法の研究

堅田　彰*

ESTIMATION OF CLEAN-WOOL YIELD AND CLEAN-FLEECE WEIGHT FROM GREASE-FLEECE WEIGHT

By Akira KATADA

I　緒　言

収毛量は緬羊の育種改良上最も重要な要素で，毛質に差異がない場合は選択の基準となる。また羊毛は汚毛量で取引され，購買者が推定した歩留で値段を決定しているので，この推定値の適否は羊毛生産者にも収益上多大の影響がある。個体の全フリースを洗えば最も正確な洗毛量となるが，実際上不可能であるので，簡単に正確な洗毛量，歩留の推定値を得ることが必要である。SPENCER (1928)，POHLE and KELLER (1943)，POHLE (1942)，TERRILL et al. (1945)，ALI et al. (1953) 等の洗毛量の推定法の研究によれば，汚毛量と洗毛量の間には強い相関があり，自然長，体重，密度等も洗毛量推定値の大きな要素となることを報告している。

この研究は刈つた汚毛のフリースから小試料をとり，全フリースの歩留と洗毛量を推定するための直線回帰式を算定するのを目的とした。

II　試験方法

畜産部飼養の牝緬羊41頭を供試し1951年から1953年に亘つて3回の試料を得た。試験方法としては剪毛前に肩，肋，背，尻の4部位をピクリン酸アルコール飽和溶液で黄色に着色した。剪毛後汚毛フリースを秤量し，同時に前記4部位から20g宛小試料をとつて絶乾量を測定して，その平均値から汚毛フリースの絶乾量を推定した。洗毛はマルセル石鹸を使用する一般の方法で行つた。小試料については汚毛時の絶乾量と洗毛後更に埃を除去して測定した絶乾量とから歩留を算出した。全フリースについても汚毛時，洗毛後夫々の絶乾量推定値から歩留を算出した。但し全フリース洗毛後の絶乾量は，風乾した後10gの試料を3回取り，埃を除いて秤量した値から推定した。この場合試料の絶乾量は恒温器内で100°Cで5時間乾燥し測定した。

III　試験結果及び考察

(A)　小試料採取部位の判定

1)　小試料の比較　年次別，部位別汚毛絶乾量の平均値並びに分散分析結果を第1，2表に示した

第1表　小試料の汚毛（20g）の絶乾量の平均値

Table 1　Average bone-dry weight of small grease-fleece samples (20 grams) during a 3-year period.

年次	肩	肋	背	尻
1951	16.56	16.44	16.68	16.05
1952	16.43	16.60	16.55	16.57
1953	14.88	14.50	14.36	14.59
合計	47.87	47.54	47.59	47.22
$\bar{x}$	15.95	15.85	15.86	15.74

第2表　小試料の汚毛の分散分析

Table 2　Analysis of variance for bone-dry weight of small grease-fleece samples.

要因	自由度	偏差平方和	平均平方和	F
全体	11	10.064	—	—
部位	3	9.071	0.024	—
年	2	9.69	4.85	8.82*
誤差	6	0.304	0.055	—

*　畜産部家畜育種研究室

が，小試料の汚毛 20 g の絶乾量は年次間は 5 %水準で有意差が認められ，部位間には有意差が認められなかつた。第 3，4 表には年次別，部位別洗毛絶乾量の平均値並びに分散分析結果を示したが，年次，部位間に有意差は認められなかつた。

第 3 表　小試料の洗毛の絶乾量の平均値

Table 3　Average bone-dry weight of small clean-fleece samples obtained by scouring the small grease-fleece samples.

年　次	肩	肋	背	尻
1951	10.53	10.14	9.39	10.41
1952	10.23	9.52	9.76	10.40
1953	10.26	10.11	9.16	10.03
合　計	31.02	29.77	28.31	30.84
$\bar{x}$	10.34	9.92	9.44	10.28

第 4 表　小試料の洗毛の分散分析

Table 4　Analysis of variance for bone-dry weight of small clean-fleece samples.

	自由度	偏差平方和	平均平方和	F
全　体	11	21.2746	—	—
部　位	3	1.55164	0.517188	—
年	2	0.105614	0.52807	—
誤　差	6	19.617422	3.26957	—

2）小試料と全フリースの相關　小試料及び全フリースの汚毛量と洗毛量との相関係数は第 5 表に示した通りで，汚毛量と洗毛量の間に有意な強い相関関係が認められた。第 6 表に小試料の 4 部位の洗毛量と全フリースの洗毛量の相関係数を，第 7

第 5 表　小試料及び全フリースの汚毛量と洗毛量の相関係数

Table 5　Correlation coefficients (1) between respective clean-fleece weight and grease-fleece weight obtained from small samples in the four positions and (2) between whole clean-fleece weight and whole grease-fleece weight.

年　次	小試料 肩	小試料 肋	小試料 背	小試料 尻	全フリース
1951 (n=21)	0.836*	0.774**	0.823**	0.743**	r=0.861**
1952 (n=10)	0.724**	0.821**	0.855**	0.893**	r=0.927**
1953 (n=10)	0.703**	0.738**	0.855**	0.859**	r=0.718*

第 6 表　小試料 4 部位の洗毛量と全フリース洗毛量の相関係数

Table 6　Correlation coefficients between clean-fleece weight of small samples in the four positions and whole clean-fleece weight.

年　次	肩	肋	背	尻
1951	0.170	0.043	0.116	0.084
1952	−0.027	−0.057	0.106	0.119
1953	0.074	0.079	0.107	0.081

第 7 表　小試料 4 部位の歩留と全フリース歩留の相関係数

Table 7　Correlation coefficients between clean-wool yield of small samples in the four positions and whole clean-wool yield.

年　次	肩	肋	背	尻
1951 (n=21)	0.406	0.289	−0.145	0.377
1952 (n=10)	−0.154	−0.079	−0.402	−0.133
1953 (n=10)	0.177	0.637*	−0.355	0.347

第 8 表　4 部位相互間の相関係数

Table 8　Correlation coefficients between each clean-fleece weight of small samples in the four positions.

年　度	肩	肋	背	尻
1951	肩	0.793**	0.572**	0.734**
1952	肩	0.967**	0.584	0.324
1953	肩	0.810**	0.962**	0.559
1951	肋	—	0.746**	0.793**
1952	肋	—	0.841**	−0.313
1953	肋	—	0.542	0.351
1951	背	—	—	0.668**
1952	背	—	—	−0.496
1953	背	—	—	0.489

第 9 表　小試料の肩，肋の合計と全フリースの相関係数

Table 9　Correlation coefficients between the sum of the shoulder and the rib fleeces of small samples and whole fleece.

相　関　部　位	相関係数 **(P<0.01)
試料(肩＋肋)洗毛量と全フリース洗量	r=　0.758**
試料(肩＋肋)洗毛量と全フリース汚毛量	r=−0.178
試料(肩＋肋)洗毛量と全フリース歩留	r=　0.141
試料(肩＋肋)歩留と全フリース歩留	r=　0.445**
試料(肩＋肋)歩留と全フリース洗量	r=　0.180
試料(肩＋肋)歩留と全フリース汚毛量	r=−0.110

表に小試料の4部位の歩留と全フリースの歩留の相関係数を示したが，1953年の肋歩留と全フリースの歩留においてのみ5％水準で相関関係が認められた。第8表は小試料の洗毛量の部位間の相関係数を示したが，肩，肋，背の各部位間に有意な相関関係が認められた。第9表は小試料の肩と肋を合計した洗毛量と全フリースの洗毛量，汚毛量，歩留の相関係数及び，小試料の肩と肋を合計した歩留と全フリースの洗毛量，汚毛量，歩留の相関係数を示したが，小試料の洗毛量と全フリース洗毛量及び，小試料の歩留と全フリース歩留の間で相関関係が認められた。

以上の結果より肩と肋の部位から小試料を採取することが適当であるので，この両部位の歩留から直線回帰式を算定した。

（B） 小試料による全フリースの歩留，洗毛量の推定

1） 直線回帰式の係数 小試料から $\hat{Y}=a+bX$ の直線回帰式の回帰係数bを算出して，全フリースの歩留及び洗毛量を推定した。即ち小試料の肩と肋の歩留から統計的に有意性の認められた回帰係数bから第10表に示した回帰式を算定した。

2） 推定値の比較 41頭の牝緬羊から任意に選んだ20頭の全フリースの歩留，洗毛量を肩，肋，½（肩＋肋）の各小試料から直接推定した値と第10表の回帰式による推定値をそれぞれ第11表，第12表に示した。推定歩留については第11表に示す如く，回帰式により推定した平均値が直接推定した平均値に比較して実測平均値に近似し，実測値に対する差の絶対値の合計も回帰推定値は小であつた。各回帰式による推定値の比較では，肋歩留回帰推定値の平均が最も実測平均値に近似し，実測値に対する差の絶対値の合計及び回帰の標準偏差は（肩歩留＋肋歩留）回帰推定値が最小であつた。更に洗毛量の推定値においても第12表に示す如く，回帰式により推定した平均値が直接推定した平均値に比較して実測平均値に近似し，実測値に対する差の絶対値の合計も回帰推定値は小であつた。各回帰式による推定値の比較では（肩歩留＋肋歩留）回帰の推定値の平均が実測平均値に近似し，差の絶対値の合計，回帰の標準偏差も最小であつた。

第10表 全フリースの歩留と収毛量に対する直線回帰式

Table 10 Linear regression equations for estimating whole clean-wool yield and whole clean-fleece weight.

推定全フリース	回帰式（Yは推定値）	X（試料）	bの有意性 ** P<0.01 * P<0.05
全フリース歩留	$\hat{Y}=18.47+0.3207X$	肩と肋歩留の合計	*
全フリース歩留	$\hat{Y}=8.4+0.8126X$	肩と肋歩留の合計の ½	**
全フリース歩留	$\hat{Y}=-0.46+0.9569X$	肋歩留	**
全フリース洗毛量	$\hat{Y}=0.927+0.0064X$	肩と肋歩留の合計	**
全フリース洗毛量	$\hat{Y}=-0.281+0.0319X$	肩と肋歩留の合計の ½	**
全フリース洗毛量	$Y=0.630+0.0180X$	肋歩留	**

第11表 歩留の実測値に対する推定歩留の差

Table 11 Difference between predictive value of clean-wool yield and clean-wool yields of whole fleece determined by actual measure.

番号	½（肩＋肋）	肩	肋	回帰（肩＋肋）	½回	肋回	全フリース
1	−15.0	−18.3	−11.7	−9.7	−11.0	−8.5	51.3
2	−5.9	−6.2	−5.6	−1.6	−2.4	−2.4	57.5
3	−1.9	−2.2	−1.5	0.6	0.6	1.5	56.5
4	−2.4	1.8	−6.6	2.8	1.5	−4.0	63.5
5	−10.5	−13.2	−8.1	−6.7	−7.5	−5.1	52.0

番号	½(肩+肋)	肩	肋	回帰(肩+肋)	½ 回	肋 回	全フリース
6	-7.0	-10.4	-3.5	-4.6	-4.5	-0.7	51.2
7	-3.3	-0.2	-6.3	-0.9	-0.8	-3.2	54.8
8	-15.6	-18.3	-12.9	-9.3	-11.1	-9.6	53.6
9	3.9	2.3	6.0	7.3	6.9	17.7	64.9
10	0.4	-0.3	1.2	5.4	4.2	4.0	65.7
11	-14.9	-18.2	-11.6	-11.0	-11.6	8.6	47.6
12	-1.5	-1.2	-1.8	-0.1	0.5	-5.2	47.6
13	1.9	-4.6	0.8	1.8	1.3	3.8	60.0
14	-0.8	2.7	-4.3	2.2	2.2	-1.1	59.9
15	-1.0	-8.0	6.1	0.1	2.8	8.7	56.4
16	-10.3	-7.9	-12.7	-2.1	-5.0	-8.9	64.2
17	-2.6	-4.2	-0.5	-3.8	5.4	-4.6	58.4
18	-4.6	-4.1	-5.1	2.3	-0.8	-1.6	66.1
19	-2.5	-11.6	6.7	0.9	0.5	9.4	58.3
20	-11.9	-13.9	-9.8	-6.8	-8.0	-6.6	53.7
差の絶体値	117.9	149.6	122.8	80.0	88.6	115.2	—
回帰の標準偏差	—	—	—	5.48	6.07	7.47	—
平均値(%)	62.95	64.28	61.54	59.14	59.86	58.41	57.16

第12表 洗毛量の実測値に対する推定洗毛量の差

Table 12 Difference between predictive value of clean-fleece weight and whole clean-fleece weight determined by actual measure.

番号	½(肩+肋)	肩	肋	回帰(肩+肋)	½ 回	肋 回	全フリース
1	-0.165	-0.239	-0.092	-0.047	-0.076	-0.217	1.310
2	-0.134	-0.141	-0.127	-0.036	-0.055	-0.055	1.310
3	-0.044	-0.056	-0.035	0.015	0.020	0.037	1.344
4	-0.069	0.050	-0.188	0.078	0.041	-0.115	1.801
5	-0.300	-0.370	-0.227	-0.188	-0.211	-0.144	1.453
6	-0.277	-0.412	-0.138	-0.182	-0.178	-0.027	2.033
7	-0.090	-0.006	-0.172	-0.025	-0.022	-0.087	1.491
8	-0.734	-0.861	-0.607	-0.437	-0.522	-0.451	2.528
9	0.159	0.094	0.244	0.297	0.281	0.719	2.636
10	0.010	-0.009	0.031	0.144	0.112	0.106	1.763
11	-0.342	-0.417	-0.266	-0.253	-0.342	-0.198	1.087
12	-0.042	-0.033	-0.055	-0.002	0.015	0.032	1.533
13	-0.064	-0.155	0.026	0.059	0.043	0.126	2.008
14	-0.026	0.086	-0.138	0.082	0.070	-0.035	1.922
15	-0.019	-0.237	0.181	0.033	0.083	0.258	1.669
16	-0.353	-0.271	-0.436	-0.072	-0.171	-0.305	2.205
17	-0.294	-0.348	-0.240	-0.116	-0.164	-0.140	1.762
18	-0.185	-0.165	-0.205	0.093	0.032	-0.064	2.671
19	-0.055	-0.263	-0.152	0.012	0.011	0.213	1.324
20	-0.402	-0.470	-0.331	0.365	-0.270	-0.223	1.819
差の絶体値	3.764	4.683	3.891	2.536	2.719	3.552	—
回帰の標準偏差	—	—	—	0.185	0.199	0.254	—
平均値(kg)	1.955	1.995	1.914	1.793	1.852	1.812	1.783

要するに小試料から全フリースの歩留，洗毛量を推定するには肩，肋の小試料の歩留から算定した直線回帰式が適当であることが認められた。しかし小試料の歩留から回帰式により洗毛量を推定することは収毛量に差があつても，歩留が同一である場合は推定値が同じになる不合理を生ずる。なお環境のちがいによつて回帰係数も異なる可能性があるので，畜産部の群と類似した環境の群に対してのみこの回帰係数による式は適用できるであろう。

IV 摘　　要

羊毛全フリースの歩留と洗毛量を小試料から推定する目的で，1951 年から 1953 年に亘り 3 回に得た 41 頭の資料から直線回帰式を算定した。その結果，小試料の（肩歩留＋肋歩留），½（肩歩留＋肋留歩），肋歩留に対する全フリースの歩留及び脱毛量の回帰の存在が認められた。更に 41 頭から任意に選んだ 20 頭の資料によつて各回帰式で算出した推定値を比較した結果，小試料の（肩歩留＋肋歩留）の回帰推定値が最適であることが認められた。従つて全フリースの歩留，洗毛量を推定するためには小試料を肩と肋より採取し，（肩歩留＋肋歩留）の回帰式の適用が適当である。

終りに臨み御懇篤なる助言を賜わつた兵庫大学中村助教授並びに御校閲を賜わつた北海道大学農学部広瀬助教授に深甚なる謝意を表する。

参考文献

1) Terrill, C. E., E. M. Phole, L. O. Emik and L. N. Hazel, 1945: Estimation of clean-fleece weight from grease-fleece weight and staple length. Jour. Agr. Res., Vol. 70, No. 1, 1~11.

2) Ali, K. T., P. E. Neale and Wm. D. Mc Fadden, 1953: A rapid method for the estimation of clean-fleece weight with the aid of a new wool density device. Jour. Anim. Sci., Vol. 12, No. 1, 165~175.

Résumé

The object of this study was to develop linear regression equations for the estimation of clean-fleece weight from grease-fleece weight.

Linear regression equations of clean-fleece yield, as determined from small samples taken from the shoulder, the middle of the side, the back and the middle of the flank on grease-fleece weight were calculated on 41 Corriedale ewes for which whole fleeces had been scoured during the 3-year period from 1951 to 1953.

Whole clean-wool yield, in terms of percentage, ($\hat{Y}$) could be estimated in several linear regression equations derived from small samples (X) as follows:

$\hat{Y}=18.47+0.3207X$

X Sum of clean-wool yield from the shoulder and the middle of the side.

$\hat{Y}=8.40+0.8126X$

X Half of clean-wool yield from the shoulder and the middle of the side.

$\hat{Y}=-0.46+0.9569X$

X Clean-wool yield from the middle of the side.

Further, clean-fleece weight (Y) could be estimated in several linear regression equations derived from small samples (X) as follows:

$\hat{Y}=0.927+0.0064X$

X Sum of clean-fleece weight from the shoulder and the middle of the side.

$\hat{Y}=-0.281+0.0319X$

X Half of clean-fleece weight from the shoulder and the middle of the side.

$\hat{Y}=0.630+0.0180X$

X Clean-wool yield from the middle of the side.

All regression coefficients were highly significant except that it was found that 0.3207 was significant.

Six lineal regression equations were tested on data from 20 ewes for which whole fleeces had been scoured.

From the above observations, it is concluded that in order to estimate the whole clean-fleece weight and the whole clean-wool yields, the linear regression equation of the sum of the shoulder and the middle of the side gives more accurate values than the other equations in the former estimation.

繁殖性及び泌乳性に關する生化學的研究
第1報　性週期と副腎皮質機能との關係について

桜井　允*　武田　功*　中西久二*　岩崎　薫*　伊藤栄子*

BIOCHEMICAL RESEARCHES ON REPRODUCTION AND LACTATION
I. ON THE RELATION OF ESTROUS CYCLE TO ADRENAL CORTEX FUNCTION IN THE RABBIT

By Makoto SAKURAI, Isao TAKEDA, Hisaji NAKANISHI, Kaoru IWASAKI and Eiko ITÔ

緒　　言

副腎皮質ホルモンが生殖腺並びに泌乳と密接な関係にあることは多くの研究から明らかであるが，就中副腎皮質はその条件によつて種々のホルモンを産出し，生殖と泌乳とに関与することがNELSON[1)]，NELSON & GAUNT[2)]，GAUNT & TOBIN[3)]，BROWNELL, LOCKWOOD & HARTMAN[4)]，GOMEZ & TURNER[5)6)]，NELSON & GAUNT[7)8)] 等によつて明らかにされた。当研究室においても，繁殖泌乳と内分泌系機能との関係について研究を行つているが，その第1報として生殖腺と副腎皮質機能との関係について報告致したい。

試驗方法

副腎皮質機能の検査法としては，形態学的方法，組織化学的方法，尿中に排泄される化学物質の消長による方法等種々あるが，生体をその儘の状態で使用する上に最も都合の良い西風[9)]の「Vakat一沃度酸値による尿係数法」を用いた。本法についてその原理を説明すれば次の如くである。

1927年 MÜLLER は尿中に排泄される不完全酸化物の酸化に要する酸素量を測定してこれをVakat-O と名付けたが，Vakat-O は理論的には生体に対する感作Stressが多いほど生体の酸化機能に障碍を来すため尿中 Vakat-O は増大するものであるから，Vakat-O は種々なる環境下における生体酸化機能の減退度を示すものと言い得る。

更に西風は尿を稀硫酸々性下で沃度酸を以て酸化した時に要する酸素量を沃度酸値と名付けKを以て表示したが，このKを更に K′ 及び K″ の二つに分割し，即ちKは稀硫酸々性下で加熱しつつ沃度酸で酸化した場合の酸素量であり，K′は同一操作を室温において行つた場合の酸素量で，K″はKより K′ を差引いた値である。しかしてこれらの K, K , K″ の各々は副腎皮質機能と密接な関係にあるものと考えられ，Kは全副腎皮質機能と，K′ は副腎皮質外層 Zona glomerulosa の機能と，K″ は副腎皮質中層 Zona fasiculata の機能とそれぞれ密接な関係にあるものと考えられている。

これらの値から副腎皮質機能を推定するに当つて，毎日の尿量は一定しているとは限らず，従つて時間当りの値を求める必要があり，且つ又尿量の変化による影響をなくするため O/K, K′/K, O/K″ 等の如く相対的比率を以て副腎皮質機能を示した。

従つて

$$O/K = \frac{\text{種々なる環境下における体内酸化能力の減退度}}{\text{全副腎皮質の活動度}}$$

$$K'/K = \frac{\text{副腎皮質外層の活動度}}{\text{全副腎皮質の活動度}}$$

$$O/K'' = \frac{\text{種々なる環境下における体内酸化能力の減退度}}{\text{副腎中層の活動度}}$$

となる訳で，前述の如く Vakat-O は理論的には

* 畜産部家畜育種研究室

生体に対する各種の Stress に比例するとされているから，もし環境を可能の限り一定とし且つ生体に加わる Stress を能う限り小さくするならば Vakat-O はほぼ一定となる筈であり，従つてかかる条件下においては O/K, K′/K, O/K″ の値は直接副腎皮質の活動度合を示すものと考え得られるのである。

本試験においては，成熟雄兎 2 頭，8～10 箇月の処女兎 12 頭を用い，約 1 箇月間全く同一条件で飼育したが，飼料は乾牧草，燕麦，玉蜀黍，大豆粕，麬，根菜類とし，給与日量は可消化蛋白 12.0 gr，熱量 180 Cal. を標準とした。排尿はことごとく受器に受け 24 時間毎に採取，即ち 24 時間尿を供用したが，試料採取に先立つて脱脂綿で濾過し異物を除去した。

O の測定には 24 時間尿の一定量に硫酸銀を加え，Cl イオンを除去した後銀を触媒として重クローム酸を以て一定時間加熱酸化し，後過剰の重クローム酸を規定チオ硫酸ソーダを以て沃素法により滴定酸素量を求めた。

K の測定には検尿一定量を稀硫酸々性下で沃度酸を以て一定時間加熱酸化し後過剰の沃度酸を同じく沃度法で滴定し酸素量を求めた。

K′ の測定は K と同一操作を室温で一定時間行い酸素量を求めた。

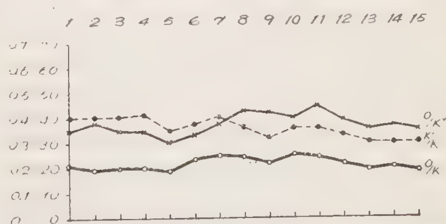
K″ は K より K′ を差引いて求めた。

これら O, K, K′, K″ の他副腎皮質外層は Mineralo-corticoid を生産し，水及び塩類代謝を司るもの故尿中の Na 及び K の比率をも測定したが，Na はピロアンチモン酸カリ法，K は Kramer & Tisdall 法によつた。更に又副腎皮質外層は同時に腎臓に対して Nephrose 様変化を起し，腎細尿管の Distension を生じ尿中に Peptone 様物質が排泄されることが知られており，且又副腎皮質中層は Gluco-proteonic corticoid を生産し，体蛋白を崩壊して Glycogen に変えるものであるから，これらの関係を知るため尿中全窒素をも測定したが，全窒素の測定は micro-Kjeldahl 法によつた。

試験成績及び考察

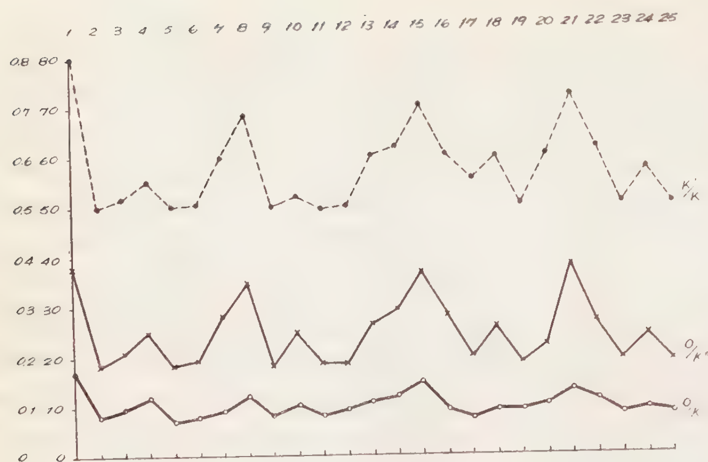
第 1 図，第 2 図及び第 3 図に見られる如く，雄兎の尿係数には多少の変動があつても大きな変化は認められないが，雌兎の尿係数には著しい週期的変化が認められ，各個体及び期間によつて多少の差異があるが，大きな峰は 7～8 日目毎に繰り返し，その間に 3～4 日目毎にやや小さい峰が出現する。この期間は家兎の性週期 3～12 日，平均 7～8 日とよく一致し，且又小川等[10]の婦人尿における尿係数の所見から考えて，図における大きな峰は成熟濾胞の完成する発情期を示し，その前は濾胞の発育しつつある卵胞期を，又その後は成熟濾胞が退行萎縮する黄体期を示すものと考えられる。又大きな峰と峰との間に 3～4 日目毎に出現する小さな峰は，同じく発情期に相当するものか，又は黄体期と卵胞期との境界を示すものかについては確め得なかつたが，ほぼ後者であろうと想像される。

要するに性週期においては，卵胞期において次第に O/K, K′/K, O/K″ の値が高くなり，発情期に最高となり，その直後急激に低下し，黄体期にやや低くなるものであることが知られる（図においては 12 頭の平均値を示したため発情期直後における急激な低下は見られない）。このことは，卵胞期においては皮質外層 Zona glomerulosa の活動が旺んであることを意味し，その度合はほぼ濾胞の発育に比例するもののようである。これは濾胞の発育に伴い，大量の濾胞液及び塩類の蓄積を要するため Zona glomerulosa の活動によつて，細胞の透過性を高め，塩類殊に Na の腎臓における再吸収を促し，卵胞液の貯溜蓄積に役立つものと考えられ，この事実は又，Na 及び K の消長を見ると，卵胞期において相対的 Na の排泄量が低下し，逆に相対的 K の排泄が高まり，この現象は発情期に最高となり，よく K′/K と K/Na とが一致することから証明せられる。又発情時において



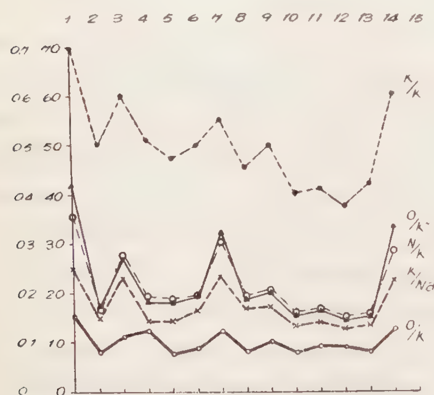
第 1 圖 雄兎の尿係数（2 頭の平均）

Fig. 1 The urine coefficient of the male rabbits. (Average of 2 males)



第 2 圖 雌兎の尿係数（12 頭の平均）

Fig. 2 The urine coefficient of the female rabbits. (Average of 12 females)



第 3 圖 雌兎の尿係数とK/Naとの関係

Fig. 3 The relation of female's urine coefficient to the sodium-potassium ratio.

殊に発情期には Basal metabolism が低下し，体温の下降する事実と合致するものと考えられる。

以上の現象は卵胞の発育に伴なつて産生されるEstrogenの作用と考えられ，Estrogen が脳下垂体前葉に作用して F. S. H. (Follicle stimulating hormone) の産生を抑制すると共に，副腎皮質外層に対して，その機能を旺んならしめるものと推測され，Estrogen が脳下垂体を介して副腎に作用し，Na 及び Cl の排泄を低下せしめ，K 及び N の排泄を増加せしめるという諸家の研究事実と一致するものである。

次に黄体期においては，O/K，K′/K，O/K″，N/K″，K/Na は総て低値を示すが，このことは Zona glomerulosa の活動が低下し，逆に Zona fasiculata の機能が増大していることを示すもので，発情直後急激に Zona fasiculata の機能が増大することは，発情期に大量生産せられた Estrogen が脳下垂体前葉に作用し，L. H. (Lutenizing hormone) 及び A. C. T. H (Adreno-corticotrophic hormone) の産生を促し，皮質中層の活動を励起せしめるためと考えられ，この点 INGEL[11) 12)]の結果とよく一致している。あるいは又この発情時に交尾刺戟が与えられるならば，刺戟が神経を介して脳下垂体に伝達され L. H. と A. C. T. H. の産生を強めるか，あるいは井林[13)] の言う如く自律神経性直接支配機構によつて直接中層機能が励起されるものと考えられる。要するに黄体期殊に発情時直後に中層機能が旺んなことは，中層より Gluco-proteonic corticoid の産生が増大し，体蛋白の崩壊殊に濾胞壁の崩壊によつて排卵を容易にするものと推測される。

は，尿は粘稠となり O が増大しているが，これも同じく Zona glomerulosa の機能増大によつて尿中へ Peptone 様物質の排泄が増加するためと考えられ，図に見られる如く卵胞期に相対的N量が増加し，発情時に最高となり，よく O/K″ と N/K″ とが一致することからも覗い得られる。

更に又卵胞期における Zona glomerulosa の機能昂進とは反対に，Zona fasiculata の機能が低下していることは O/K″ の値が高まつていることから推測されるのであるが，この Zona fasiculata の機能低下に伴ない，皮質中層よりの Gluco-proteonic corticoid の産生が減少し，体蛋白—糖の代謝が低下していることを示すもので，卵胞期

以上性週期における副腎皮質機能について考察したが，これら生殖器の変化に伴なう尿係数の変化は，生殖器—脳下垂体—副腎皮質間の一連の内分泌系器官の作用に起因するものであろう。

要　　約

(1) 家兎尿につき西風の Vakat—沃度酸値に

よる尿係数法によつて，性週期と副腎皮質機能との関係を検索した。

(2) 尿係数は雄兎については著明な変化が認められないのに反し，雌兎については明らかな週期的変化が認められ，その週期はよく性週期と一致し，卵巣の変化と密接な関係にあることが推測される。

(3) 性週期中卵胞期においては副腎皮質外層の活動が旺んで，発情期に最高に達し黄体期に急激に低下するが，これは卵胞の成熟，衰退と密接な関係にあるものと想像される。

(4) 副腎皮質外層の活動に伴ない，尿中K/Naの値も変動し，この変化は K′/K の値の変化とよく一致する。即ち卵胞期殊に発情期に Na の排泄量は最低となり，K の排泄量は増加する。このことは濾胞の成熟に伴ない濾胞液の貯溜に役立つものと考えられる。

(5) 尿中の相対的窒素排泄量 N/K″ は O/K′，とよく一致し，これも卵胞期及び発情期においては皮質外層の活動に伴ない尿中に排泄されるPeptone 様物質に起因すると考えられる。

(6) 副腎中層の機能は卵胞期に低く，発情期に最低となるが，その直後急激に上昇し黄体期にはやや高い。これは発情期に多量に生産されたEstrogen により，中層機能が励起されるためと考えられ，成熟濾胞の排卵機構と関連あるものと想像される。

(7) 尿中 24 時間当りの全窒素量は判然たる一定の傾向を示さないが，発情時にやや多いのは Peptone 様物質によるものと考えられ，又黄体期に増量するのは，皮質中層機能が高まることに起因すると考えられる。

文　　献

1. Nelson, W. O. (1936): Endocrine control of the mammary gland. 〔Physiol. Rev., 16, 488.〕
2. Nelson, W. O. and Gaunt, R. (1937): Cold Spring Harbor Symposia Quant. 〔Biol., 5, 398.〕
3. Gaunt, R. and Tobin, C. E. (1936): Lactation in adrenalectomized rat. 〔Ibid., 115, 588.〕
4. Brownell, K. A., Lockwood, J. E. and Hartman, F. A. (1933): Lactation hormone of adrenal cortex. 〔Proc. Soc. Exp. Biol. & Med., 30, 783.〕
5. Gomez, E. T. and Turner, C. W. (1936): Inanition and maintenance of lactation in hypophysectomized guinea pigs. 〔Proc. Soc. Exp. Biol. & Med., 35, 365.〕
6. Gomez, E. T. and Turner, C. W. (1937): The adrenotropic principle of the pituitary in relation to lactation. 〔Ibid., 36, 78.〕
7. Nelson, W. O. and Gaunt, R. (1936): Initiation of lactation in the hypophysectomized guinea pig. 〔Proc. Soc. Exp. Biol. & Med., 34, 671.〕
8. Nelson W. O. and Gaunt, R. (1937): The adrenal and pituitary in initiation of lactation. 〔Proc. Soc. Exp. Biol. & Med., 36, 136.〕
9. 西風　修 (1949): 物質代謝特に疲労測定方法としての Vakat—沃度酸値係数について〔生体の科学，第 1 巻，第 4 号，6～11〕
10. 小川玄一 (1951): Vakat—沃度酸値法による排卵時期の測定について〔産婦人科学会誌，第 2 巻，第 2 号，5～9〕
11. Ingle, D. J. (1943): The relation of the diabetogenic effect of diethyl-stilbestrol to the adrenal cortex in the rat. 〔Am. J. Physiol., 138, 577～582.〕
12. Ingle, D. J. (1943): The survival of non-adrenoectomized rats in shock with and without adrenal cortical hormone treatment. 〔Ibid., 137, 460.〕
13. 井林　博 (1952): 内分泌のつどい（東京大学内分泌集団会編）第 2 集，413～438.

Résumé

The adrenal cortex functions in estrous cycle of rabbits were measured by Nishikaze's "Vakat–iodic acid value" method. This method is as follows: O is the oxygen equivalent when a certain volume of urine is oxydized with bichromate at 100°C., K is the oxygen equivalent when the same volume of urine is oxydized with iodate at 100°C. and K′ is the oxygen equivalent when the same operations as K are done at room temperature. $K''=K-K'$.

When the circumstances are maintained under constant conditions, O/K indicates the activity of total adrenal cortex, K′/K and O/K″ indicate the activity of zona glomerulosa and

zona fasiculata of adrenal cortex, respectively. These terms O/K, K′/K and O/K″ are named "the urine-coefficients".

This method was applied to the urine of 2 male rabbits and 12 females for about 3 weeks, and sodium-potassium ratio (K/Na) in the urine was measured simultaneously.

The experimental results obtained were as follows:

(1) The urine-coefficients of male rabbits did not show remarkable changes, but in female rabbits evident periodical changes (7～8 days interval) of urine-coefficients were observed. These changes agreed with their estrous cycles. This fact suggests that the urine coefficicients of females have some relation to the periodical changes of their ovaries. However, the authors could not prove whether the small peak that appeared at 3～4 days interval indicated a true estrous or a boundary between metestrum and proestrum. But it is presumed that the small peak may be the latter.

2) The activity of zona glomerulosa of adrenal cortex became gradually strong during proestrum and arrived at maximum in estrus and fell rapidly at metestrum. These facts indicate that there is a close relationship between the activity of zona glomerulosa and follicles' ripening and degeneration.

3) The sodium-potassium ratio (K/Na) in the urine varied with the activity of zona glomerulosa and accorded well with K′/K value of the urine, the excretion of sodium was low at proestrum, especially minimum at heat stadium; on the contrary the excretion of potassium was high. This phenomenon means that zona glomerulosa function will be of service for preservation of follicle-fluid in proportion to ripening degrees.

4) Zona fasiculata function was low at proestrum and minimum at heat stadium, but after estrus its activity rose rapidly but was slightly stronger than at proestrum. This may lead to the following thought; viz., the function of zona fasiculata is activated by A. C. T. H secreted from pituitary which is stimulated by a lot of estrogen produced from ovaries at heat period, and this is connected with ovulation mechanisms of ripened follicles.

5) Total nitrogen amount of urine per day did not show any certain tendency throughout the estrous cycle, but a little increase of N excretion during estrus seemed to be caused by peptone-like substance which excretion was promoted by zona glomerulosa function and the increase during metestrum seemed to be due to increase of zona fasiculata activity.

良好放牧地と不良放牧地における乳牛の採食榮養量×

大原久友* 三股正年** 高野信雄**

QUANTITIES AND QUALITIES OF HERBAGE NUTRITION EATEN BY COWS ON THE GOOD OR POOR PASTURE

By Hisatomo ŌHARA, Masatoshi MITSUMATA and Nobuo TAKANO

緒 言

現在北海道には，26.5 万町歩の普通牧野と 18.9 万町歩の混牧林を有し，本邦牧野面積の 61 %を占めている1)。しかしその実情は，何れも不合理な放牧管理に放任され，畜産の振興上牧野の利用改善を図る対策は，目下の急務とされている。家畜の栄養的条件2) 3) 4) 5) 6) とか，経済生産性7) は夏季における放牧時が一番良好であつて，その事実は年中緑草が得られる地方に顕著な効果が見受けられる。

家畜が放牧地において摂取する採食栄養量は，夏季における飼養標準の適用上必要であるが，その過不足に対する判定は，種々なる要因により極めて困難とされている。従来の方法は，一定日数の頭数を放牧し，その前後の生産生草量の差により推定する方法8)，又は長期に亘る放牧飼養試験より乳量，体重等より採食したと思われる量を逆算する方法9) があつたが，今回は放牧前後の体重差並びに放牧中の排糞尿量の総和をもつて採食量とし，特に良好放牧地と不良放牧地についての土壌の理化学性及び養分生産性の検討をすると共に，両者における乳牛の採食草量，歩行距離，採食栄養量（特に蛋白質，脂肪，纎維，カロチン，鉄等）について研究を行つた。

本研究を行うに当り御指導と御援助を賜わつた畜産部長上月操一，当部業務室長釣谷猛，同室香月利信の各技官に深甚なる謝意を表する。

試験方法

1 供試放牧地： 畜産部用地
2 土壌分析： 京大法
3 一般分析： 公定法（カロチン，石灰及び燐は A. O. A. C. 法）
4 鉄 ： ELVEHJEM–HART 法
5 供試乳牛： 畜産部繋養中のホルスタイン種（第1表）

第1表 供試乳牛の能力及び必要栄養量

Table 1 Status of cows tested.

供試乳牛名	生年月日	産次	最近の分娩年月日	姙否	体重 (kg)	乳量 (kg)	防脂率 (%)	必要栄養量 可消化蛋白質† (g)	T.D.N† (kg)	Ca†† (g)	P†† (g)
プレリーヘンドリックスノーメリー	年 月 日 12. 5. 13	12	年 月 日 26. 12. 29	(±)	602	20.4	3.2	1,602	11.07	36	23
ロメオプライドハッピーダビッドソン	21. 7. 29	2	26. 3. 7	(±) 6カ月	641	15.5	3.2	1,330	9.84	30	20

† MORRISON 氏標準に拠る。 †† N. R. C. 標準に拠る。

× 本報告は 1952 年秋期日本畜産学会北海道支部会に要旨を発表

* 畜産部
** 同牧野研究室

試験成績及び考察

良好放牧地と不良放牧地について分析の結果を見ると，第2表 (1) に示す如く良好放牧地は，有機質，窒素，石灰の含量において良好で，酸度，pH も不良放牧地に比較し優れている。又硬度についても第2表 (2) に示す如く，良好放牧地と不良放牧地とでは，かなりの差が認められ，不良放牧地においては土壌の化学性と共に理学的性質までが悪化していることを示している。

第2表　良好放牧地と不良放牧地の土壌の理化学性

Table 2　Chemical and physical characters of good and poor pastures.

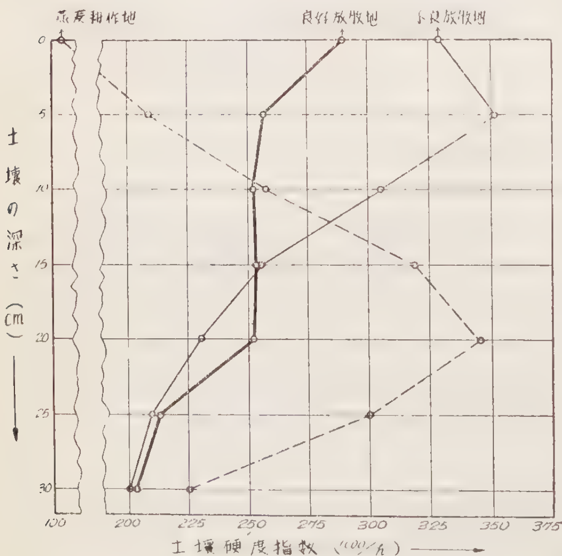
(1)　化学性　Chemical characters.

区　　分	有機質 (%)	pH 作土	pH 心土	置換酸度 (%)	置換石灰 (%)	全石灰 (%)	全窒素 (%)
良好放牧地	23.03	7.2	6.5	1.69	0.17	1.24	0.26
不良放牧地	16.82	5.9	6.0	1 81	0.11	0.58	0.23

(2)　硬度　Hardness

良好放牧地				不良放牧地			
土壌の深さ (cm)	† 1000/h	土壌の色	及び組織	土壌の深さ (cm)	† 1000/h	土壌の色	及び組織
0	285	B.	Single	0	333	B.Br.	Plate or single
5	256	B.Br.	〃	5	357	〃	Single
10	250	〃	〃	10	312	〃	〃
15	255	〃	〃	15	257	Y.Br.	〃
20	257	〃	〃	20	222	〃	〃
25	208	〃	〃	25	208	〃	〃
30	200	〃	〃	30	200	〃	〃

†　北農式土壌硬度計による土壌硬度指数



良好放牧地と不良放牧地においては，特に良好地は有機質，石灰，窒素に富み，且膨軟なる組織を有する。なお両者における植生状況は第3表に示す如く，良好放牧地は不良草の侵入が2%なるに反し，不良放牧地は10%近くを占めており，生草量にしても，良好放牧地が反当 1,620 kg に対し，不良放牧地は 340 kg である。

第3表　生草量及び植生状態

Table 3　Vegetation and its green forage.

良好放牧地			不良放牧地		
草名	割合 (%)	草丈 (cm)	草名	割合 (%)	草丈 (cm)
オーチャード	70	65	オーチャード	75	35
赤クロバー	1	30	赤クロバー	5	20
白クロバー	25	20	白クロバー	3	5
エゾノギシギシ	2	20	ヘラオオバコ	1	20
	—	—	アレチノギク	5	8
	—	—	ヨモギ	2	7
	—	—	ササ	1	5
	—	—	キンミズヒキ	0.5	5
	—	—	スイバ	0.5	10
ケンタッキーブリュー	2	35	ケンタッキーブリュー	6	30
	—	—	フェスキュー	1	35
反当生草収量 (kg)	1,620		反当生草収量 (kg)	340	

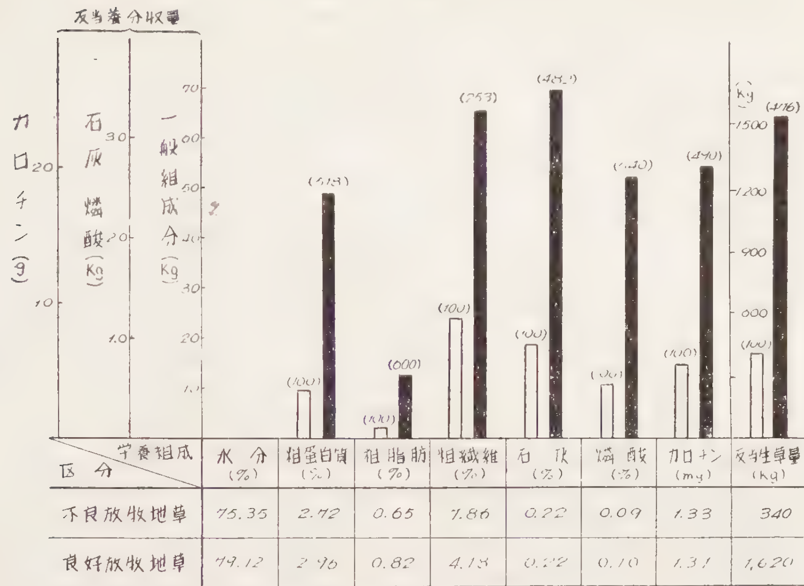
良好放牧地草と不良放牧地草の栄養成分とその反当栄養生産性を示したのが第4表であつて，良好放牧地草は不良放牧地草に比較して蛋白質，脂肪及びカロチンに富み，反対に繊維含量が少く，その生産量においては良好放牧地草は，不良放牧地草より蛋白質 5.2 倍，脂肪 6 倍，石灰 4.8 倍，燐酸 5.4 倍，カロチン 4.9 倍の生産があることを示している。

なお，低位生産化した放牧地も，追肥，追播及び簡易な Discing によつて改善し得ることは既に海外において報ぜられたところである[10] [11] [12]。

放牧中乳牛は各草種について嗜好する部分を採食するものであつて，これは以前より認められ，最近では Watson[14] 等が，その習性について報告している。第5表に示す如く放牧地草に対し，採食部草の栄養組成は，蛋白質 1.7 倍，脂肪 1.5倍，

第4表　良好放牧地と不良放牧地の養分生産性

Table 4　Nutritive productivities of good and poor pastures.



営養組成 / 区分	水分 (%)	粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	粗繊維 (%)	石灰 (%)	燐酸 (%)	カロチン (mg)	反当生草量 (kg)
不良放牧地草	75.35	2.72	0.65	7.86	0.22	0.09	1.33	340
良好放牧地草	79.12	2.96	0.82	4.18	0.22	0.10	1.31	1,620

( ) 内の数字は不良放牧地草を 100 とした時の指数

不良放牧地草は黒框せる白線，良好放牧地草は黒線

第5表　放牧地草と採食部草の栄養組成

Table 5　The common and special nutritive composition of pasture herbage and eating portion. (Dry matter basis)

区分	部位	一般成分 (%) 粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分	特殊成分 (%) 石灰	燐酸	カロチン (mg)	鉄
良好放牧地	植生	14.17	3.93	51.50	20.00	10.40	1.07	0.49	6.57	0.019
	採食部	26.89	4.73	44.71	11.09	12.58	1.33	0.54	13.06	0.022
不良放牧地	植生	11.04	2.66	46.91	31.85	7.54	0.91	0.39	5.41	0.017
	採食部	18.14	5.03	54.02	15.00	7.81	1.22	0.39	13.23	0.019
平均	植生	12.60 (100)	3.29 (100)	—	25.92 (100)	8.97 (100)	0.99 (100)	0.44 (100)	5.99 (100)	0.018 (100)
	採食部	22.51 (179)	4.88 (148)	—	13.04 (50)	10.19 (114)	1.27 (129)	0.46 (106)	13.14 (219)	0.020 (114)

本表は固形物中%，( ) 内の数字は，植生を 100 とした時の採食部の指数を示す。

カロチン 2.2 倍，鉄 1.1 倍に相当する良好な部位を採食し，反対に繊維は ½ であつた。

即ち，常に乳牛は禾本科であれば軟い下葉とか，荳科であれば葉を好んで採食するが，当然それらの部分は消化率の面においても優れていることが思考される[14)15)]。

なお第 6 表に MORRISON[16)] の消化率を引用し，D.C.P.，T.D.N. 及び S.V. を示したが，特に採食部においては D.C.P. が高いことを示している。

第 7 表は 1 時間当り良好放牧地と不良放牧地の採食栄養量について示したのであるが，良好放牧地は不良放牧地に比し，採食生草量 2.1 倍，固形量 1.8 倍，D.C.P. 2.7 倍，T.D.N. 1.7 倍，石灰 1.9 倍，燐酸 2.4 倍，カロチン 1.6 倍，鉄 1.8 倍であり，歩行距離は逆に 0.83 倍であつた。良好放牧地における採食生草量は 1 時間当り 8.5 kg であるから，普通 8 時間放牧で充分量が採食し得るものと思われる。又栄養的にも重要なカロチンは 1 日当り

第6表 植生及び採食部の D.C.P., T.D.N. 及び S.V.

Table 6 D.C.P., T.D.N. and S.V. contents of pasture herbage and eating portion.

区分	部位	D. C. P.	T. D. N.	S. V.
良好放牧地	植生	1.66	11.64	10.08
	採食部	3.70	13.01	11.97
不良放牧地	植生	1.52	14.10	10.97
	採食部	3.10	17.04	15.84
平均	植生	1.59 (100)	12.87 (100)	10.52 (100)
	採食部	3.40 (214)	15.02 (117)	13.90 (132)

本表は原物中%，( ) 内の数字は植生を 100 とした時の採食部の指数を示す。

第7表 1時間当り採食量及び採食栄養量

Table 7 Capable eating nutritive quantity and walking distance by a cow on poor or good pasture during 1 hour period.

区分	1時間当採食生草量 (kg)	採食固形量 (kg)	可消化粗蛋白質 (g)	T. D. N. (kg)	石灰 (g)	燐酸 (g)	カロチン (mg)	鉄 (mg)	歩行距離 (m)
良好放牧地	8.53 (215)	1.67 (180)	330 (270)	1.10 (170)	21.9 (190)	8.2 (240)	213 (160)	360 (184)	340 (83)
不良放牧地	3.95 (100)	0.93 (100)	120 (100)	0.65 (100)	11.1 (100)	3.4 (100)	131 (100)	195 (100)	405 (100)

( ) 内の数字は不良放牧地を 100 とした時の良好放牧地の指数を示す。

100～140 mg 必要とされているが，前記の良好放牧地においては，1日必要量を1時間で充分に摂取するものと考えられる。又 ROSE[17] は自然草地に施肥を行つて，乳量，生草量又は収益などの対照区との比較試験によれば，充分採算がとれた旨を報告している。

牧野の荒廃は主として，不合理な放牧，管理によつて土壌の理，化学性が減退し，牧野草類の生産力が低下し，それに伴なつて不良草が侵入し，利用価値が失われてくることにある。しかしながら前述の如く各種要因の改善により，草地利用の巧用と共に牧野の維持が図られるならば，充分に家畜の利用に供し得るものと考えられる。

摘要

土壌の理化学性，栄養生産性について予め調査した北海道月寒の良好放牧地と不良放牧地においてそれぞれ乳牛を放牧し，その採食草量と採食栄養量について試験を行つたが，その結果を摘要すれば次の如くである。

(1) ha 当生草量 16,200 kg の良好放牧地と 3,400 kg の不良放牧地においては，土壌の理化学性も非常に異なる。

(2) 良好放牧地草は不良放牧地草に比し，栄養生産量は多く，又その栄養価値も高い。

(3) 乳牛は放牧地内において，常に選択採食を行い，植生の栄養組成より常に採食部の栄養組成が優れている。特に蛋白質，脂肪，カロチンに富み，繊維含量が低い。

(4) 1時間当り採食量については，良好放牧地は不良放牧地よりも生産量 2.1 倍，固形物量 1.8 倍，可消化粗蛋白質 2.7 倍，可消化養分総量 1.7 倍，石灰 1.9 倍，燐酸 2.4 倍，カロチン 1.6 倍，鉄 1.8 倍であり，逆に歩行距離は 0.8 倍であつた。なお良好放牧地における1時間当り採食生草量は 8.53 kg，カロチン 213 mg，歩行距離は 340 m であつ

た。

参考文献

(1) 北海道経済部畜産課, 1951: 北海道畜産の展望

(2) Elis, N. R., L. A. Moore and M. A. Hein, 1948: Plus and minus: an over-all view. "Grass" Yearbook of Agr. -U. S. D. A.

(3) Eaton, H. D., K. L. Dolge, R. D. Mochrie and J. E. Avampato, 1952: Field-cured and field-baled alfalfa hay versus artificially dried and chopped and pelleted. Alfalfa hay as a source of carotene and roughage for guernsey and holstein calves. J. Dairy Sci., Vol. 35.

(4) Moore, L. A., J. F. Sykes, W. C. Jacobson and H. G. Wiseman, 1949: Carotene requirement for guernsey and jersey calves as determined by spinal fluid pressure. J. Dairy Sci., Vol. 31.

(5) Spielman, A. A., H. D. Eaton, J. K. Loosli and K. I. Tusk, 1949: The effect of raw soybean on blood plasma carotene and vitamin A and liver vitamin A of calves. J. Dairy Sci., Vol. 34.

(6) 上月操一・大原久友・三股正年・吉田則人・高野信雄, 1952: 北海道に飼養する牛乳の脂肪率とカロチン及びビタミンA含量に関する研究, 第1報. 北農試彙報, 第63号.

(7) Barker, A. S., 1952: Grassland in British Agriculture. J. Brit. Grassland Soc., Vol. 7, No. 1.

(8) 大迫元雄, 1945: 本邦原野に関する研究.

(9) 大原久友・三股正年, 1951: 牧草放牧地の利用に関する研究, 昭和26年秋季日本畜産学会北海道支部会発表.

(10) Fuellman, R. F., W. G. Kammlade, 1949: Pasture for Illinois. Circ. 647, Illin. Agr. Exp. Sta.

(11) Sprague, V. G., 1948: Semipermanent pastures. "Grass" Yearbook of Agr. -U. S. D. A.

(12) ——, 1948: Annual or temporary pastures. "Crass" Yearbook of Agr. -U. S. D. A.

(13) Brundage, A. L. and W. E. Petersen, 1952: A comparison between dairy rotational grazing and continuous grazing. J. Dairy Sci., Vol. 35, No. 7.

(14) Watson, S. J., W. S. Ferguson and E. A. Harton, 1937: Losses arising during hay making with field meadow grass. J. Agr. Sci., Vol. 27,

(15) Colovos, N. F., et ol., 1949: The nutritive value of timothy hay at different stage of maturity, etc. J. Dairy Sci., Vol. 32.

(16) Morrison, F. B. 1945: Feeds and feeding. The Morrison Publishing Co.

(17) Rose, C. J., 1952: The economics of fertilizing natural veld, as shown by dairy animals. Frankenwald, 1951. Emp. J. Exp. Agr., Vol. 20, No. 77.

Résumé

We have carried out a comparative study on the yield of herbage and the portion of it consumed by dairy cows between a good pasture and an inferior one in Tsukisappu, Hokkaido. At the same time correlative surveys on the physical and chemical properties and the nutritional productivities of their soils have been made. The results obtained may be summarized as follows:

1) Considerable differences in the physical and chemical properties of the soils have been found between the good pasture yielding 16,200 kg of herbage per hectare and the inferior one yielding only 3,400 kg of it.

2) The herbage on the good pasture contained higher amounts and higher percentages of nutritive substances as compared with that on the inferior pasture.

3) As dairy cows grazed selectively, the consumed portion of the herbage was always superior in its nutritive composition as compared with the whole vegetation, being higher in protein, fat, and carotene content and lower in fibre content.

4) As concerns the amount of herbage consumed per an hour, the productivity of the portion grazed on the good pasture was 2.1 times as great as that on the inferior pasture; the dry matter of the former was 1.8 times, the

digestible nutrients 1.7 times, calcium 1.9 times, phosphorous 2.4 times, carotene 1.6 times, and iron 1.8 times as great respectively as the latter. On the other hand, the distance walked grazing in an hour on the good pasture was 0.8 time as long as that on the inferior one. The actural amount of herbage grazed in an hour on the good pasture weighed 8.53 kg, containing 213 mg of carotene, while the distance walked by the cattle was 340 m.

土壌侵蝕防止の研究
第2報　等高線栽培の效果

西潟高一*　飯田次男**

STUDIES ON SOIL EROSION CONTROL
II. EFFECT OF CONTOUR FARMING

By Takaichi NISHIKATA and Tsugio IIDA

緒　言

傾斜地帯における生産力の急激なる減退は土壌侵蝕による肥沃な表土の流失が最も重要なる原因をなしていることは既に屢々述べられているところである。從つて傾斜地の地力維持と生産力の増加を計らんとするには，第一に土壌の流亡を防止することが考えられなければならない。土壌流亡防止の農耕的方策の一つとして等高線耕作の有効なることは諸外国においては多くの試験結果によつて証明せられており，傾斜地農業に対しては既に常識の域に達している。しかるに北海道における傾斜地帯の農家の大多数は慣行的に上下耕を行つており，又比較的緩傾斜地帯では横畦が広く用いられているが，これらも単に横畦に止まり部分的には上下耕と同様なる結果を示し，時にはむしろ土壌の流亡を促進している場合すら認められるものもある。上下耕の行われている原因として種々の理由が挙げられているが，その最も主要なことは一般に土壌侵蝕に対する認識が不充分であつて，傾斜地帯の農家が耕作方法等に対してなんらの考慮も払つていなかつたことによるものであると思われる。わが国においても等高線耕作の効果については 1，2 の実験 7) 9) が行われているが，本道傾斜地利用の方式は府県のそれと異なる場合が多く，農業の様式も異なつているので，本道傾斜地農法確立のためにも等高線耕作の適否を明確にすることが必要と思われる。かかる観点から 1949 年以降各種の試験を実施しているが，等高線耕作の有利性が認められたので 1951 年までの結果を取りまとめて報告せんとするものである。

*　農芸化学部　　**　同傾斜地研究室

實驗結果

第1實驗　土壌侵蝕との關係

喜茂別傾斜地研究室圃場内に，緩傾斜区は 7～8° の南西斜面，急傾斜区は 22～25° の北斜面にそれぞれ斜面長 50 m, 25 m の試験区を設け，作物を栽培して各降雨毎に流去水量及び流去土壌量を捕捉測定した。試験区は等高線栽培と上下耕栽培の 2 区とし耕作法以外は両者の取扱は同一とした。1950 年に燕麦を用いて試験を開始したが，調査に種々不備の点があり充分な成績を得られなかつたので，翌 1951 年改めて春播小麦を供試して実験を行つた。同年5月から 10 月に至る農耕期間中に示された土壌流亡量，流去水量を測定した結果を一括すれば第1表に示す如くである。

第1表　傾斜の長さ，耕作方法と土壌流亡量

Table 1　Run-off and soil loss caused by different length of slope and methods of cropping.

1. 緩　傾　斜　(7～8°)

区	別	流去水 ha当流去水量 (kl)	流去水 流去率 (%)	ha当土壌流亡量 生育中 (kg)	ha当土壌流亡量 収穫後 (kg)	ha当土壌流亡量 合計 (kg)
50m区	上下耕	127	2.3	43	2,887	2,930
	等高線	52	0.9	34	78	112
25m区	上下耕	108	1.9	54	62	116
	等高線	103	1.8	82	55	137

2. 急 傾 斜 (25～26°)

区別		流去水 ha当流去水量(kl)	流去水 流去率(%)	ha当土壌流亡量 生育中(kg)	ha当土壌流亡量 収穫後(kg)	ha当土壌流亡量 合計(kg)
50m区	上下耕	84	1.5	29	5,336	5,365
	等高線	64	1.2	20	170	190
25m区	上下耕	191	3.4	607	3,380	3,987
	等高線	169	3.0	704	165	869

供試作物 春播小麦

これによつて見れば土壌の流亡量は降雨の条件が同一の場合には明らかに耕作の方法，傾斜の緩急，傾斜面の長短等によつて著しく影響されていることが認められる。即ち緩傾斜にあつては斜面長が 25 m 程度の短い場合には等高線と上下耕栽培との間には土壌流亡量及び流去水量共にほとんど差異は認められず，しかもその量は極めて少なく実際農業上には実害を与えるものとは考えられない程度のものである。しかるに斜面距離が増加すれば両者の間に著しく大なる差異を生ずる。即ち緩傾斜区においては等高線耕作区の土壌流亡量は 50 m 区も 25 m 区と大差なく極めて少ないものであるが，上下耕作 50 m 区の流亡量は著しく多くなり等高線区の約 26 倍にも達している。一方急傾斜区においては斜面距離の如何にかかわらず上下耕栽培区の土壌流亡量は等高線栽培区に比して極めて多くなり，しかも斜面距離の大となるに伴いその差は更に大となつている。しかしこの場合，50 m 区の流亡土壌量が 25 m 区に比して比較的多くはなく，特に等高線栽培区ではむしろ短距離の場合に流亡量が多くなつているが，これは試験区の地形の差によるものであると思われる。即ち 25 m 区は傾斜角約 25° で表面にはほとんど凹凸なく平坦となつているものであるが，50 m 区は中央部が幾分凹んでおり，上部は 25～26° を示しているが，中央部は 15° 内外で下部が 20° 内外となつているため，上部から流下した水及び土壌はこの中央部の凹部に抑えられる結果，流亡土壌量が予想外に少なくなつたものであることを知り得る。

更に土壌の流亡量を作物の生育期間と収穫後に分けて比較すると，作物生育期間中は等高線栽培区，上下耕栽培区共にその量は比較的少なく且つ両者の間にはほとんど差異は認められないものであるが，収穫後に至れば急傾斜区は斜面距離の如何にかかわらず，又緩傾斜区では斜面距離の大なる区では，各降雨毎に著しく多量の土砂の流亡を惹起しているものである。何れの場合でも等高線栽培区では各畦それぞれが流去水を阻止すると共に，残存刈株及び畦間の雑草が等高線上に配列されており，これらのものが相互に作用し，侵蝕防止に有効に働いたものと見ることができる。しかるに上下耕栽培区においては畦立の方向から見てかかる作用は極めて少なく，作物収穫後には降雨による侵蝕作用に対しては何等の抵抗力をも示すことのできない状態に置かれているためであることは明らかである。

第2實驗 作物收量並びに所要勞力との關係

傾斜地研究室試験圃場内の南東約 15° の斜面に，等高線栽培区，上下耕栽培区をそれぞれ約 2 反歩 (1949, 50 両年は2,105 m², 51 年度は 1,600 m²) 宛とし，第1年目は大豆，第2年目は馬鈴薯，第3年目はデントコーンの作付を行い，それぞれの生育調査，収量調査を行うと共に，投下労力並びに人馬の疲労度等の測定を行つた。耕鋤は等高線栽培区ではヒルサイドプラウにより，上下耕栽培区は普通プラウを用い，除草培土は，前者にはヒルサイドカルチベーター，後者には普通カルチベーターを使用し，整地畦立には両者とも在来機具を使用したものである。

各年次毎の作物收量は第2表に明らかな如く，何れの年においても等高線栽培区は生産量が大となつている。作物の増収程度は作物の種類及び気候状況によつて著しく異なるものであつて，特に旱魃年にはその増収割合が一層顕著になつている。即ち各年の降水量と蒸発量との関連を見ると第3表に示す如くであつて，1949 年度には 6, 7, 8 の 3 箇月間は降水量極めて少なく著しい旱魃状態を示しており，又翌 1950 年には 6, 8 の 2 箇月の乾燥が甚だしかつたのである。しかるに 1951 年は 7 月がやや乾燥状態を呈したのみで概して湿潤に経過した。

第1年目の大豆の増収割合が極めて著しくなつているが，この年の生育状況を観察したところに

第2表　耕作の方法と作物収量の関係

Table 2　Relation between yields of crops and methods of cropping.

大　豆（奥原1号）　1949年

栽培法	成熟期 草丈(cm)	成熟期 葉数(枚)	ha当収量 総重(kg)	ha当収量 子実重(kg)	ha当収量 茎稈重(kg)	子実収量比(%)	1 l 重量(g)
上下耕	36.0	51	5,080	1,480	3,600	100	715
等高線	48.0	59	7,610	2,610	5,000	176	743

馬　鈴　薯（男爵）　1950年

栽培法	草　丈(cm)	ha当 薯塊収量(kg)	収量比	反当俵数	澱粉含有率(%)
上下耕	40.5	17,100	100	30.1	13.7
等高線	41.3	22,720	133	40.0	13.7

飼　料　玉　蜀　黍　1951年

栽培法	収穫期 草丈(cm)	収穫期 葉数(枚)	ha当 生草収量(kg)	割合	ha当 乾燥収量(kg)	割合
上下耕	263.6	13	39,841	100	25,618	100
等高線	273.3	15	43,650	110	28,940	113

第3表　降水量と蒸発量の調査

Table 3　Investigation of precipitation and evaporation.

年次	区別＼月別	6	7	8	9	10	合計
1949（大　豆）	降水量(mm)	27.5	73.9	61.9	148.7	129.6	441.6
	蒸発量(mm)	127.4	121.6	160.5	95.3	54.4	559.2
	割　合(%)	463	165	269	64	42	127
1950（馬鈴薯）	降水量(mm)	51.3	191.5	63.9	228.0	116.4	651.1
	蒸発量(mm)	110.9	127.0	131.1	62.3	38.3	469.6
	割　合(%)	216	66	208	27	33	72
1951（玉蜀黍）	降水量(mm)	88.9	42.9	87.6	161.3	94.3	474.9
	蒸発量(mm)	86.8	110.2	123.0	65.0	30.4	415.4
	割　合(%)	98	257	140	40	32	88

よると，上下耕栽培区も等高線栽培区も生育状況には大差は認められなかつたものであるが，上下耕栽培区においては約2週間内外早く9月上旬に黄変した。等高線栽培区は，水分保持が良好であつたためかかる差異を生じたもののように見受けられたのである。かかる観察から旱魃状態においては等高線耕作によつて土壌水分の保持される割合が増加し，有効限界にある土壌水分の影響が明らかにあらわれて作物の収量を増加せしめたものであると考えた。従つて耕作法の相違により土壌水分，地温等に幾分の差を生じ作物収量に影響することが予想されたので，1951年に地温及び土壌水分の測定を行つた。測定した圃場は南斜面の春播小麦栽培地で，4箇所の平均値をもつて示した。

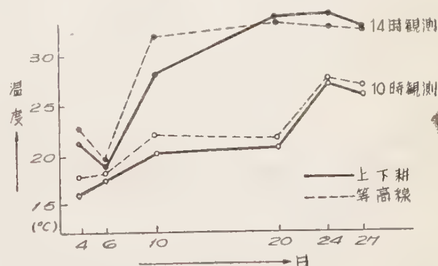
この年は先に述べた如く比較的湿度が高かつたためか，等高線栽培と上下耕栽培の間には予想した程著しい差が認められなかつた。しかし土壌水分について見ると等高線栽培区は何れの場合でも僅かながら高い価を示しておつたもので，前年の如く旱魃の甚だしい場合には土壌水分が幾分でも多く保持されることが作物に有利に作用するものであることは容易に想像し得るのである。更に地温について見ると，地下 5 cm の場合には等高線

第4表　土壌水分の調査

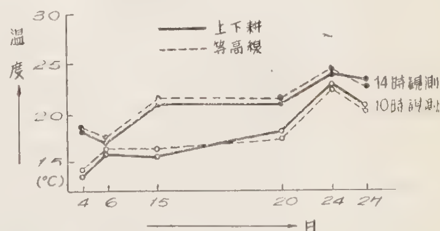
Table 4　Investigation of soil moisture.

栽　培　法	6月20日	7月1日	7月24日
上　下　耕	33.1%	32.8%	28.3%
等　高　線	33.6	34.8	28.8

地温の変化（5 cm）



地温の変化（10 cm）



第1圖　地温の調査

Fig. 1　Investigation of earth temperature.

第5表 地 温 の 調 査

Table 5 Investigation of earth temperature.

(5 cm)

区別		7 月 4 日	7 月 6 日	7 月 10 日	7 月 20 日	7 月 24 日	7 月 27 日
10 時 観 測	上 下 耕 栽 培	16.0	17.3	20.0	20.8	26.9	25.9
	等 高 線 栽 培	17.8	17.9	21.8	21.7	27.3	26.7
14 時 観 測	上 下 耕 栽 培	21.2	18.1	27.7	33.5	33.7	32.4
	等 高 線 栽 培	22.7	18.4	31.6	33.2	32.9	32.1

(10 cm)

区別		7 月 4 日	7 月 6 日	7 月 10 日	7 月 20 日	7 月 24 日	7 月 27 日
10 時 観 測	上 下 耕 栽 培	14.3	16.4	16.2	18.6	23.4	21.1
	等 高 線 栽 培	14.7	16.7	16.6	18.1	23.2	21.0
14 時 観 測	上 下 耕 栽 培	18.6	17.6	21.3	21.2	24.2	23.6
	等 高 線 栽 培	19.1	17.7	21.5	21.6	24.7	23.2

第6表 気温及び地温の日変化

Table 6 Diurnal variation of air and earth temperatures.

1. 気 温 (地表 1 m)

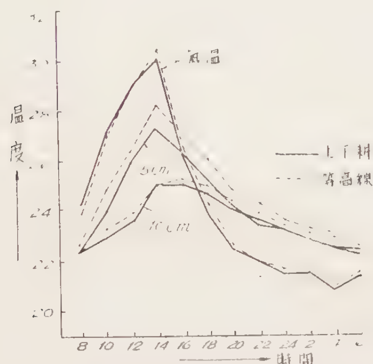
区別	部 位	8	10	12	14	16	18	20	22	24	2	4	6
上下耕	上	24.3	27.3	29.3	30.1	26.3	23.9	22.9	22.0	21.6	21.5	20.8	21.4
	中	24.5	27.0	29.3	30.3	26.0	23.9	22.8	22.0	21.4	21.5	20.7	21.3
	下	23.9	27.2	28.8	30.3	26.2	24.0	22.6	22.0	21.5	21.5	20.8	21.4
	平 均	24.2	27.2	29.1	30.1	26.2	23.9	22.8	22.0	21.5	21.5	20.8	21.4
等高線	上	24.4	26.5	28.9	29.9	26.2	24.1	22.5	22.0	21.8	21.8	20.9	21.6
	中	23.7	27.2	29.1	30.3	26.4	24.1	22.6	22.0	21.5	21.5	20.8	21.4
	下	23.8	27.4	29.4	30.9	26.4	24.3	22.6	22.0	21.5	21.5	20.9	21.4
	平 均	23.9	27.0	29.1	30.4	26.3	24.2	22.6	22.0	21.6	21.6	20.9	21.5

2. 地 温 (5 cm)

区別	部 位	8	10	12	14	16	18	20	22	24	2	4	6
上下耕	上	22.5	24.5	26.1	26.1	26.8	25.8	24.6	23.8	23.2	23.0	22.7	22.4
	中	22.5	24.0	25.9	27.6	26.3	25.4	24.4	23.5	23.3	22.8	22.7	22.5
	下	22.2	23.4	25.3	28.2	25.5	24.5	23.6	23.2	23.0	22.5	22.2	22.1
	平 均	22.4	24.0	25.8	27.3	26.2	25.2	24.2	23.5	23.2	22.8	22.5	22.3
等高線	上	22.9	25.0	26.5	28.0	27.0	26.2	25.0	24.5	23.7	23.5	23.0	22.9
	中	22.5	24.5	26.1	28.0	26.7	25.6	24.5	24.0	23.3	23.0	22.6	22.5
	下	22.5	24.5	26.4	28.5	27.5	26.4	25.1	24.5	23.8	23.5	23.3	22.9
	平 均	22.6	24.7	26.3	28.2	27.1	26.1	24.8	24.3	23.6	23.3	23.0	22.8

地 温 (10 cm)

区別	部位	8	10	12	14	16	18	20	22	24	2	4	6
上下耕	上	22.7	23.0	23.9	24.6	25.3	24.8	24.2	23.8	23.4	23.0	22.8	22.6
	中	22.8	23.0	23.6	25.2	25.3	24.9	24.3	23.8	23.2	23.0	22.7	22.5
	下	22.3	22.7	23.4	25.2	24.7	24.3	23.7	23.2	23.0	22.5	22.4	22.2
	平均	22.6	22.9	23.6	25.0	25.1	24.7	24.1	23.6	23.2	22.8	22.6	22.4
等高線	上	23.0	23.5	24.3	25.1	25.1	24.9	24.3	23.8	23.4	23.0	22.9	22.5
	中	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	下	22.5	23.0	23.6	24.9	25.3	24.9	24.3	23.8	23.4	23.0	22.9	22.5
	平均	22.6	23.2	23.9	25.0	25.2	24.9	24.3	23.8	23.4	23.0	22.9	22.5



第2圖 気温及び地温の日変化

Fig. 2 Diurnal variation of air and earth temperatures.

栽培区が僅かながら高くなつており，特に 10 時観測において常に高い価を示しているが，地下 10 cm になると両者間にはほとんどその差は認められなかつた。又地温の日変化を見ても同様の傾向が認められ，夜間に至れば等高線栽培区は常に高くなつている。この程度の僅少な地温の差が植物の生育に重大なる影響を与えるとは考えられず，これらについては更に検討を加えなければならないと思われる。

次に先のデントコーン栽培圃場について斜面の位置と収量の関係について調査を行つた結果を示す。

この圃場は，先に報告した侵蝕調査[11]によれば侵蝕の程度は 2 を示し，上部の侵蝕度合はやや大で，下部の腐植含有層がやや厚くなつており，生産力は上部より幾分高くなつていたことが認められた。試験区設置後 4 年目に至つても前述の傾向

第7表 斜面の位置と収量の関係

Table 7 Relation between yields and position of slope.

斜面の位置	等高線栽培 (kg)	上下耕栽培 (kg)	上部を 100 とせる割合		上下耕を 100 とせる割合
			等高線	上下耕	
上部	37,429	33,810	100	100	111
中部	40,667	40,000	109	118	102
下部	52,857	45,714	141	135	116
平均	43,650	39,841	117	118	110

はそのまま認められ，表土の流失程度と生産力の間の関連性の密なことを示している。なお等高線栽培区と上下耕栽培区とを比較すると何れの部分においても前者の収量が多くなつていることが注目される。特に下部における両者の差はかなり著しくあらわれている。試験区に使用される以前は両区共同一条件の下で栽培されており，両者間にはほとんど差異は認められなかつたものであるから，その当時既に生産力に差があつたものと見るよりはむしろその後の栽培法の相違がかかる差異を生ぜしめたものと見るべきであろう。このことは前年度馬鈴薯の栽培に当り，降雨時の上下耕栽培区においては土壌の流亡の著しいことが観察され，上部に発生した Rill は下方に至るに従い，漸次大きくなつていた例からも裏書されたものと思われる。更に長年月栽培を続けるならばこの差は一層顕著になるものと考えられる。

次に所要労力及び疲労度について調査を行つた結果は次の諸表に示す如くである。即ち投下総労力は何れの作物においても等高線栽培区が幾分軽減されている。軽減の程度あるいは状況は作物に

第8表　労　力　調　査
Table 8　Investigation of required labour.

1. 馬 鈴 薯 (1950 年)　時間/反

区別		畦立	施肥	播種	覆土	中耕除草	培土	収穫	計	割合
人力	上下耕栽培	.31	1.41	2.36	.23	20.45	.47	11.39	38.27	100
	等高線栽培	.28	1.28	2.59	.41	17.37	.32	10.38	34.23	89
馬力	上下耕栽培	.31	—	—	—	—	.47	—	1.17	100
	等高線栽培	.28	—	—	—	—	.32	—	1.00	78

2. 玉 蜀 黍 (1951 年)　時間/反

区別		耕鋤	整地	畦立	施肥	播種	除草	培土	収穫	計	割合
人力	上下耕栽培	1.34	.28	.28	.44	1.00	9.05	.51	1.40	15.50	100
	等高線栽培	1.21	.25	.16	.35	.58	3.42	.28	1.40	14.30	92
馬力	上下耕栽培	1.34	.28	.28	—	—	.53	.51	—	4.14	100
	等高線栽培	1.21	.25	.16	—	—	.34	.28	—	3.04	73

3. 疲 労 程 度

(イ) 人 の 場 合

区別	耕鋤					培土				
	時間	体温		脈搏		時間	体温		脈搏	
		前	後	前	後		前	後	前	後
上下耕栽培	2.30	36.3	36.8	83	92	1.32	36.2	36.8	83	92
等高線栽培	2.10	36.4	36.6	81	91	.45	36.8	37.2	81	91

(ロ) 馬 の 場 合

(耕　鋤)

区別	呼吸		脈搏		体温		赤血球	
	前	後	前	後	前	後	前	後
上下耕栽培	28	41	42	53	38.3	38.5	735	892
等高線栽培	29	33	45	54	38.3	38.4	735	875

(培　土)

区別	呼吸				脈搏			体温			赤血球	
	前	10 分	30 分	50 分	前	30 分	後	前	30 分	後	前	後
上下耕栽培	56	70	72	90	48	66	78	38.0	38.3	38.3	630	665
等高線栽培	60	80	78	68	54	54	80	38.0	38.3	38.3	647	700

よつて異なり，馬鈴薯は播種覆土はむしろ労力を多く要している。投下労力中最も顕著に軽減される部分は中耕，除草であるが，この投下労力中最も大きな割合を占める部分の労力は，作物の種類，栽培面積，畦の長さ等によつてかなり違うものであることが知られる。株間の除草を必要とするデントコーンの如き作物は等高線耕作においても傾斜度が大となれば除草機具の能率の低下により操作は困難となる傾向が見受けられる。一方，上下耕においては傾斜度が大となれば上方から下方へ向つての作業が不可能となるもので，常に下方より上方に向つてすべての作業を行つているため，

斜面の長さが増大し面積が増加すればする程，往復に長時間を要することになるものであるから，面積の大なる場合には如何なる作物においても投下労力の総時間数は等高線栽培においては更に一層軽減されることになる。人馬の疲労程度について 2〜3 の調査を行つたが，人間の場合は，等高線栽培は常に平坦地を歩くと同様で疲労を感ずることが少ないが，上下耕の疲労感は大であると述べている。又馬は明らかに上下耕においては呼吸も荒くなり休止の回数も多くなつていることが見られるので，疲労の程度は上下耕栽培区が遙かに大であることが知られるが，測定した数値には何等の差異は認められなかつた。馬は疲労した場合には屢々休止してこれをある程度癒し，次の作業に移るものであるため，体温，脈搏，呼吸等にはほとんどその影響があらわれないものと思われる。このように上下耕において休止回数並びに時間の多いことが結果において投下労働時間の増加としてあらわれて来たものと考えられよう。

第3實驗　等高線栽培と植生について

等高線栽培の実施に当つては，中耕培土等の諸作業も当然等高線上に沿つて行われるものであるが，優秀なる傾斜地用カルチベーターが製作されず，それぞれ何等かの欠点を有している今日，中耕あるいは培土によつて作物は種々の障害を受けることが認められる。特に傾斜度が増加するに従い稚苗時においてその障害が顕著になるものである。即ちカルチベーターを使用することによつて，上方の畦の下側部は削り取られ，その土によつて，下方の畦が覆われるため，幼植物は一時倒伏する。数日後にはこの状態は回復し茎は直立しているが，このような経過を数回反復することによつて作物茎の彎曲が起ることが観察された。よつて中耕培土によつて異状茎の生成する程度を，南斜面春播小麦栽培圃場について調査を行つた。中耕培土は 6 月 27 日， 7 月 7 日， 7 月 17 日に行い，カルチベーターは在来のものを使用した。生育調査と収穫期における異常茎の調査を行つたが，異常茎は 30 cm 間 3 箇所についての合計数を示した。異常茎程度は 3 図の如く分類しそれぞれの数字をもつて示したものである。異常茎指数は，異常茎程度（数）にそれぞれの茎数を乗じ，この合計を調査茎数に対する百分率をもつて示し，仮に被害程度の比較に用いた。この結果は第 9 表，第 10 表に示す如くである。

第9表　生育調査

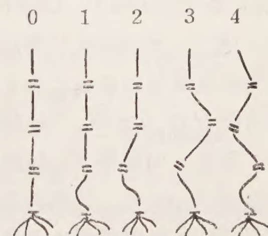
Table 9　Investigatinos on the growth of crops by the difference of weeding methods.

区別	播種月日	草丈(cm) 6月27日	7月7日	7月17日	茎数(本) 6月27日	7月7日	7月17日	8月20日
手取除草	5.17	48.3	72.3	92.0	63	58	46	31
カルチベーター中耕 1 回	5.17	47.2	76.6	86.0	66	63	43	31
カルチベーター中耕 2 回	5.17	47.3	67.2	84.0	58	41	37	24
カルチベーター中耕 3 回	5.17	47.5	66.6	81.0	51	49	45	24
カルチベーター中耕3回目培土	5.17	46.0	64.2	79.7	63	55	48	27

第10表　収穫期における異常茎調査

Table 10　Investigation of abnormal stalks at the period of harvest by the difference of weeding methods.

区別	調査総茎数	異常茎程度 0	1	2	3	4	異常茎指数
手取除草	153	111	24	16	2	—	40.5
カルチベーター中耕 1 回	154	103	24	16	10	—	55.8
カルチベーター中耕 2 回	118	63	24	14	14	3	89.8
カルチベーター中耕 3 回	119	91	5	11	8	4	56.3
カルチベーター中耕3回目培土	137	36	26	16	12	47	205.8



第3圖　異常茎程度

Fig. 3　Grade of abnormal stalks.

0　正常茎と見られる
1　第 1 節僅かに屈曲したもの
2　第 2 節以下から大きく屈曲したもの
3　第 1 節，第 2 節，第 3 節において屈曲したもの
4　第 2, 3 節に電光型に屈曲し，第 1 節弓状に屈曲したもの

生育過程を見るに，茎数においては作業の相違によつて何等の影響も認められなかつたが，草丈

は手取除草区最も大で，カルチベーターの使用回数の増加するに従い次第に小さくなつていることが認められる。又カルチベーターの使用回数が大なる区に異常茎の発生が多くなつていることが知られ，特にカルチベーター3回使用し更に培土した区には最も甚だしい数の異常茎を生じ，被害程度は極度に大きくなつている。草丈の小なることもかかる異常茎の発生によるものであると思われる。かくの如き状況よりするも傾斜地用農機具，特にヒルサイドカルチベーターの改善の必要なることが痛感されるのである。但し異常茎の発生と収量の関係については判定が困難であつたが，農作業が植生，収量に及ぼす影響については今後更に検討を要するところである。

考　　察

以上の諸実験の結果から，傾斜地における等高線耕作の重要なることが認められるのである。即ち土壌侵蝕の面から見るときは，傾斜角度が緩かで斜面距離の短かい場合には土壌の流亡は僅少であり，等高線耕作によつてほとんど完全にこれを阻止することができるものである。傾斜がやや急になり且つ斜面長が増大した場合は土壌流亡量が多くなるが，かかる状況において等高線耕作の効果は極めて著しく発揮されるものである。傾斜角度，斜面長の大小と土壌流亡量の関係については既に数多くの測定結果が発表されているが，例えば CRADDOCK & PEARSE [1], LOWDERMILK [4], GUSTAFSON その他 [3], RENNER [6] 等は傾斜度と侵蝕量の間には密接な関係のあることを認め，わが国においても内藤 [8] は 5～15° では傾斜の増加により侵蝕度多くなり，山田等 [10] は侵蝕速度が大となることを認めている。又斜面長については GUSTAFSON その他 [3] は緩傾斜より急傾斜の侵蝕量の大となることを認め， MUSGRAVE [5], DULEY & ACKERMAN [2] は強雨に際して斜面長の大なる時は侵蝕量は急激に増加するが，弱雨では斜面長の増加に伴い却つて減少すると述べている。本実験においても前記各氏の結果とほぼ同じ傾向を示しているが，かくの如く侵蝕量の増大する条件における等高線耕作の侵蝕防止効果の大きくなることは極めて有意義のものと考える。しかし土壌侵蝕は単に傾斜角度，斜面長のみによつて規定されるものではなく，更に地表面の状態によつても著しく影響されていることも明らかで，地形が Concave curve をなすときはその部分に流亡土壌は抑えられて，侵蝕は相当軽減されているが，反対に Convex curve を示す時は侵蝕が促進されている。このことは従来行われた調査において凸部の表土は著しく薄くなつており，時には部分的に全く失われている例によつても容易に推測することができる。従つて土壌の流亡は傾斜度，斜面長の増減とは必ずしも一致した傾向を示さない場合もある。更に植物被覆による効果は既に報告したところによつても明らかであるが [12, 13]，本実験においてもこれを裏書しているとともに，収穫跡地に残された刈株による土砂流亡防止の効果もまた顕著であつて，この作用が等高線栽培の効果を一層助長していることになる。従つて性質の異なる各種作物を組合わせ，侵蝕防止のための計画的輪作を立て，帯状に配列するいわゆる等高線帯状耕作を実施するならば，作物の種類によりそれぞれ効果の程度が異なるが，特に密生作物によつて傾斜度のかなり大なる土地においても土壌の流亡はほぼ完全に阻止できることが知られる。この場合，各作物の帯の幅はこの実験結果からほぼ25m程度までを適当とするものであり，それ以上帯幅を大ならしめることは，作業能率の増大する反面土壌の流亡を促進するものであると考えられる。又一方従来の経験から普通 10～15° 程度の傾斜地において作物帯の幅が 10 m くらいになると，能率の低下，作業の困難を来たすことが知られているから，これらの諸点を勘案して 10～25 m を適当とすると考えられ，耕作上の諸条件に対応して適宜決定すべきものと思われる。なお作物帯，特に緑作緩衝帯の幅，位置等に関しては目下実験を継続中であるから，後日報告したい。次に等高線耕作の実施によつて各作物共増収傾向を示すことはほぼ確実で，同時に労力の節減もまた大いに期待できるものである。等高線耕作による増収程度が作物の種類，気候条件等によつて差を生ずることは，実験の結果から知られるのであるが，本実験に示された如き大なる収量の増加は恐らく異例の旱魃によつてもたらされたものと見るべきで，

平年における増収を過大に予想することは不適当であると思われる。しかしながら等高線耕作を永年継続実施するならば，土壌流亡抑制によつて生産力減退を阻止するため，等高線耕作と上下線耕作との間の差は漸次増大するに至るものと思われる。又収量調査に示された如く収穫位置による差，即ち表土の厚さが生産力と密接なる関連性を有することが見られることから，侵蝕抑制による表土の保持の重要性は一層強調せられるべきであろう。又等高線栽培実施による労力の節減は各作物共に1割以上を示しているが，労力の節減は作物の種類，傾斜度等によつて一定の価を示すものではない。しかしながら圃場面積の増加するに伴い，特に傾斜面の長さの大となる場合には，傾斜地における作業方法から見ても，労働時間，人馬の疲労度の軽減は一層顕著になるものであることは容易に推定できる。なお，投下労働力の減少を図らんとするならば，傾斜地に好適なる農機具の製作改良が行われなければならない。現在製作されている農機具によつて作業能率は相当挙りつつあるが，まだ完全であるとはいうことができないもので，特にカルチベーターの改良が切に要望されている。現在使用されているカルチベーターは傾斜度6〜7° の場合にはほとんど何等の不利，不便を感ずることはないが，傾斜角が10° を越える場合には使用上種々の不便を感ずる。アメリカ合衆国においては農耕地としての利用限度を 15〜16%程度と称しているが，事情は幾分異なるにせよわが国の農機具が有効に且つ能率的に使用される程度とほぼ一致していることは注意すべきである。なお，カルチベーター使用による不利，不便をある程度許容し，各種作業の難易，侵蝕防止対策実施の難易等種々の条件を考慮すれば，農耕地としての利用限度はおおむね 14〜15° と見るべきで，前述せる如くこの程度であるならば侵蝕防止の効果は十分挙げ得る可能性があると見られる。しかし土壌侵蝕はさきにも述べた如く種々の因子に右左されてその発現には一定のものはなく，それぞれの条件に応じて複雑なる様相を呈するものであるから，侵蝕の抑制は単に等高線耕作，帯状耕作のみをもつてしては不十分の場合を生ずることはいうまでもない。しかしながら何れの面から見るも，等高線耕作の有利性は疑うべくもなく，たとえ中耕，培土による生育障害，異常茎の発生が認められ，あるいは地形の制約により畜力を利用することが平坦地に比して著しく制限されていること，地形の複雑性を増すに伴つて短畦ができるため耕作は一層不利となること等の外，面積判定の困難，播種量あるいは施肥量決定に対する不便等，種々不利な事情はあつても，傾斜地農業には等高線帯状耕作を実施することが，農業経営の改善，安定化の第一歩であるといつても過言でない。

摘　要

喜茂別傾斜地研究室圃場において，等高線栽培の土壌侵蝕防止，作物の生育，収量，並びに所用労力に及ぼす影響等について 2〜3 の実験を行つた。その結果は次の如くである。

1. 土壌侵蝕防止効果は極めて顕著である。特に傾斜角が大となり又斜面長が増加する場合には一層著しいものである。

2. 斜面の状態も土壌流亡に大なる影響を与えている。

3. 等高線栽培によつて作物収量の増加が期待できる。

4. 土壌水分は等高線栽培区やや多い傾向を示したが，地温には大差が認められなかつた。

5. 作物収量と表土の厚さとの間には密接な関連性がある。

6. 所要労力は約10%軽減せられ，疲労の程度も少ないことが観察された。

7. カルチベーター使用回数の多くなるに伴い異常茎の発生が著しく多くなる。

8. 等高線耕作実施に多少の不利はあつても，傾斜地の農業にはぜひ実施すべき重要なる事柄であることを認めた。

本報告の概要はさきに北農，第19巻，第8号に登載したものである。取り纒めに当り御懇篤なる御指導を賜わつた石塚喜明博士に深甚の謝意を表する。

文　献

1. Cradock G. W. & Pearse C. K., 1938: U. S, Dept. Agr. Forest Service Circular 482,

2. Duley F. L. & Ackerman F. G., 1932: Jour. Agr. Res. 48, p. 505.
3. Free G. R., Carleton E. A., Lamb J., and Gustafson A. F., 1946: The Cornell Univ. Exp. Sta. Bull. 831.
4. Lowdermilk W. C., 1931: Agr. Eng. 4.
5. Musgrave, G. W., 1935: Amer Geophys. Union Trans. 16.
6. Renner F. G., 1936: U. S. Dept. Agr. Tech Bull. 528.
7. 川村秋男・竹安繁夫，1951: 農業改良技術資料第15号，土壌侵蝕に関する研究集録.
8. 内藤利貞，1951: 農業土木研究，Vol. 18, No. 4.
9. 宇野要次・坪井一郎，1951: 農業改良技術資料第15号，土壌侵蝕に関する研究集録.
10. 山田茂喜，1950: 農業土木研究，Vol. 18, No. 2.
11. 西潟高一・竹内 豊，1952: 北農試彙報，63号.
12. 西潟高一・飯田次男・藤原俊英，1953: 同上，65号.
13. 西潟高一・飯田次男・竹内 豊，1954: 同上，66号.

Résumé

The authors carried out several experiments to ascertain the effectiveness of contour farming on soil erosion control, the growth and yield of crops, and the required labour, at the Kimobetsu Soil Conservation Experimental Farm. The results were as follows:

1. The good effect with regard to soil erosion control was very evident. Especially when the angle of inclination and the length of slope increased.

2. The surface conditions of slope have great influence upon soil erosion.

3. It can be expected the increase of crop yields will follows the practice of contour farming.

4. Comparing with up and down farming plot, the contour farming plot has a tendency to contain more soil moisture, but there can be hardly seen any difference in earth tamperature between the two plots.

5. Required labor was reduced about 10%, and it was observed that the work was carried out under a little fatigue, by contour farming.

6. According as the cultivating frequency increased, there can be seen a great number of abnormal stalks.

7. Although there are some inconveniences and disadvantages, the contour farming is such an effective method for control of erosion that it must be practiced in the hilly land agriculture.